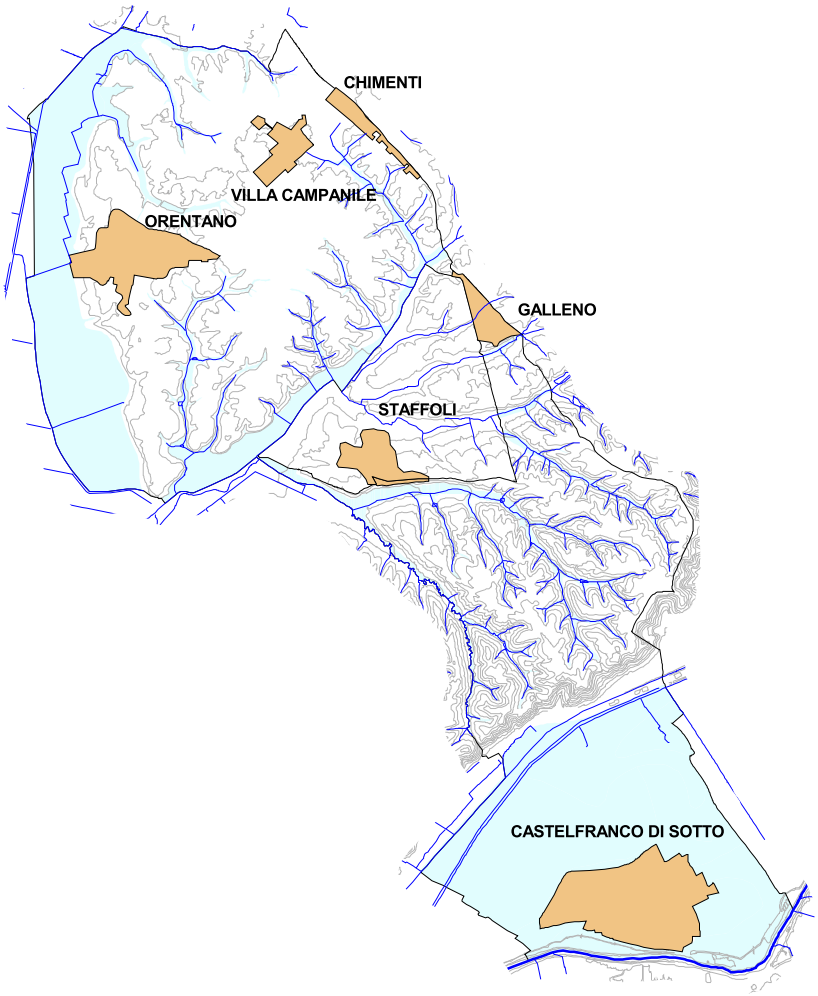
COMUNE DI CASTELFRANCO DI SOTTO

INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO
ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE



VARIANTE GENERALE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

Geoprogetti
Studio Associato

GRUPPO DI LAVORO

Dr. Geol. Francesca Franchi

Dr. Geol. Emilio Pistilli

Dr. Geol. Roberto Mattei

Tavola 07
N

RELAZIONE GEOLOGICA

Modificata in seguito all'accoglimento delle osservazioni

Data: aprile 2014

Commitente: Amministrazione Comunale di Castelfranco di Sotto

INDICE

1 - PREMESSA..... 1

2 - METODOLOGIA DI STUDIO..... 2

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE..... 6

4 -TAVOLA A - CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA..... 8

5 - TAVOLA B - SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE..... 16

6 - TAVOLA C - CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE..... 19

materiali a comportamento intermedio - granulari cementati..... 19
copertura - materiali granulari non cementati o poco cementati..... 19
copertura - materiali con consistenza limitata o nulla..... 20
processi di versante e forme antropiche..... 21
dati gegnostici e sismici..... 21
subsidenza..... 22

7 - TAVOLA D - CARTA DELL'ACCLIVITA..... 25

8 - TAVOLA E - CARTA IDROGEOLOGICA E DEL RETICOLO IDROGRAFICO..... 26

9 - TAVOLA F - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R/2011 E DEL P.A.I. BACINO ARNO..... 28

10 - TAVOLA G - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R/2011..... 31

10.1 - Attribuzione delle classi di pericolosità idraulica..... 31

11 - TAVOLA H - CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA AI SENSI DELL'ART.20 DEL P.T.C. E DEL D.P.G.R. 53/R/2011 E CARTA DELLA ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO IN BASE AGLI ARTICOLI DEL PROGETTO DI PIANO DI BACINO STRALCIO "BILANCIO IDRICO"..... 33

12 - TAVOLA I - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA.... 35

12.1 - procedura di realizzazione della carta mops..... 36
12.2 - individuazione dell'areale di studio..... 37
12.3 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e descrizione delle colonne stratigrafiche "tipo"..... 38
12.4 - zone suscettibili di instabilita'..... 43
12.5 - forme di superficie..... 46
12.6 - procedura semiquantitativa per stabilire la qualita' della carta di ms di livello 1..... 46

12.6.1 - Descrizione della procedura utilizzata..... 46
12.6.2 - Descrizione delle analisi di qualità effettuate..... 49
12.6.2.1 - Area MOPS Castelfranco..... 50
12.6.2.2 - Area MOPS Orentano..... 51
12.6.2.3 - Area MOPS Galleno..... 52
12.6.3 - Considerazioni sugli esiti del controllo..... 53

13 - TAVOLA L - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE..... 54

14 - CRITERI PER LA REDAZIONE DELLA CARTA DELLA FATTIBILITA'..... 55
14.1 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici..... 55
14.2 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici..... 56
14.3 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici..... 59
14.4 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idrogeologici..... 60
14.5 - Condizioni imposte dal PAI del Bacino del Fiume Arno..... 60
14.6 - Condizioni imposte dalla L.R. 21/05/2012 n.21..... 65

15 - TAVOLA M CARTA DELLA FATTIBILITA'..... 68
15.1 - Classi di Fattibilità..... 68
15.2 – Orentano..... 72
15.3 - Villa Campanile..... 74
15.4 – Chimenti..... 74
15.5 – Galleno..... 75
15.6 – Staffoli..... 75
15.7 – Castelfranco..... 75
centro abitato..... 76
zona industriale..... 77

Carta delle celle PAI e dei battenti idrici 79
Tabella di fattibilità..... 80

1 - PREMESSA

La presente relazione illustra lo studio geologico redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Castelfranco di Sotto (PI), a supporto della Variante generale al Regolamento Urbanistico; detto studio aggiorna il quadro conoscitivo a supporto dello strumento urbanistico vigente con riferimento a tutti gli aspetti di carattere geologico che concorrono alla definizione della pericolosità geomorfologica, idraulica, sismica ed alle problematiche idrogeologiche del territorio di Castelfranco.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.53/R del 25 Ottobre 2011 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche", del D.P.C.M. 06/05/05 di approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, della D.C.R.T. n.72 del 24/07/07 di approvazione del nuovo Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana e della D.C.P. n.100 del 27/07/06 di approvazione del nuovo Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) della Provincia di Pisa.

Gli approfondimenti in relazione agli aspetti idraulici sono stati condotti dall'Ing. Nicola Croce, incaricato direttamente dall'Amministrazione Comunale.

Le indagini sismiche sono state condotto dalla Ditta P3 con sede a Pisa.

2 - METODOLOGIA DI STUDIO

Il vigente Regolamento Urbanistico Comunale è supportato da elaborati geologici redatti nel Luglio del 2002 dal geologo E. Santarnecchi conformemente alle disposizioni della L.R. n.5/'95, della D.C.R. n.94/'85 e della D.C.R.T. n.230/'94 per quanto riguarda i provvedimenti sul rischio idraulico; tali elaborati hanno costituito il punto di partenza per il nuovo studio di aggiornamento che è stato articolato nel modo seguente:

- acquisizione degli elaborati cartografici relativi al P.A.I., al P.T.C. ed al progetto C.A.R.G., degli ultimi studi geologici effettuati sul territorio comunale da parte della Regione Toscana e della Provincia di Pisa (nuova carta geologica e geomorfologica realizzata con la supervisione scientifica del C.N.R. "Centro di studio della geologia strutturale e dinamica dell'Appennino"), degli studi di dettaglio di supporto sia a piani urbanistici che a progetti specifici eseguiti a livello comunale e dei dati geologico-tecnici relativi ad indagini puntuali eseguite per il rilascio delle singole concessioni edilizie, estratti dagli archivi comunali;
- verifica ed integrazione degli elementi geologico-strutturali e geomorfologici attraverso nuovi controlli sul terreno con particolare disamina delle situazioni critiche in evoluzione. In particolare, una prima campagna di rilevamento è stata eseguita nel periodo gennaio-marzo 2011; successivamente sono stati eseguiti diversi sopralluoghi sulle aree definite fragili, per verificarne lo stato di attività. L'ultimo rilevamento è stato eseguito nel marzo 2013 dopo un prolungato periodo di precipitazioni intense che hanno determinato l'innesco e la riattivazione di numerosi dissesti lungo il crinale di collegamento tra l'altopiano delle Cerbaie ed il fondovalle del Fiume Arno;
- caratterizzazione delle unità litostratigrafiche che costituiscono la struttura geologica sotto il profilo litotecnico in base ai numerosi dati puntuali sulle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati;
- individuazione del reticolo idrografico principale e secondario di scolo delle acque superficiali;
- caratterizzazione del territorio comunale sulla base delle pendenze dei versanti distinte in cinque classi a diversa acclività;
- esecuzione di una campagna di indagine geofisica volta alla definizione del valore della velocità delle onde sismiche V_{s30}, utile per la classificazione dei terreni presenti nel territorio comunale nelle categorie di suolo identificate nell'Ordinanza 3274/2003, ed alla definizione delle frequenze fondamentali dei depositi, come disposto nell'allegato A "specifiche tecniche" dell' o.d.p.c.m. 3907/2010;
- verifica e definizione degli ambiti territoriali di alcune porzioni del territorio comunale comunali interessati da allagamenti per fenomeni di inondazione da corsi d'acqua riferiti a tempi di ritorno di 30 e 200 (per i dettagli si veda lo studio idraulico redatto dall'Ing. Nicola Croce);
- zonizzazione del territorio comunale eseguita sulla base delle caratteristiche relative alla "pericolosità geomorfologica", alla "pericolosità idraulica", alla "pericolosità sismica" ed alla "vulnerabilità idrogeologica";
- redazione della carta di fattibilità ai sensi di quanto indicato nel D.P.G.R. n.53/R.

Lo studio geologico-tecnico di supporto alla Variante al Regolamento Urbanistico è composto dai seguenti elaborati:

- Tavv. 07A1, 07A2 - carta geologica e geomorfologica: contiene informazioni sulle unità litostratigrafiche costituenti il territorio che definiscono l'assetto strutturale tettonico; le unità sono distinte sulla base delle caratteristiche litologiche, sedimentologiche, petrografiche e mineralogiche riconoscibili in affioramento e per mezzo delle indagini in sito;
  contiene inoltre informazioni sulle forme, i processi ed i depositi legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale e la valutazione del relativo stato di attività (attivo, quiescente, inattivo) verificato attraverso diversi controlli diretti sul terreno.
  Ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011 e dell'allegato 2 delle norme del PAI Fiume Arno, sono state inoltre distinte le aree in dissesto da quelle di possibile evoluzione.
  Gli elementi evidenziati nella cartografia costituiscono aggiornamento al quadro conoscitivo del P.A.I. e sono il risultato della verifica di tutti i dissesti segnalati negli elaborati del P.A.I., in quelli del CARG della Regione Toscana, in quelli del P.T.C. e della carta geomorfologica del vigente P.R.G., opportunamente controllati e definiti a scala di maggior dettaglio.

- Tav. 07B - sezioni geologiche: contiene informazioni sull'andamento litostratigrafico del sottosuolo attraverso la ricostruzione di alcune sezioni geologiche interessanti il territorio comunale; Per la definizione del sottosuolo ci siamo avvalsi delle stratigrafie di alcuni pozzi profondi a disposizione, dei dati derivati dall'indagine sismica condotta in questa fase e da schemi stratigrafici noti in bibliografia;

- Tavv. 07C1, 07C2 - carta litologico-tecnica e dei dati di base: contiene informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni più superficiali riscontrate ed analizzate per mezzo soprattutto delle numerose indagini in sito effettuate sul territorio comunale, che sono ubicate nella stessa carta. Le indagini sono distinte in allegati come di seguito:
  Allegato 1
  " Indagini geognostiche estratte dal database del P.T.C. della Provincia di Pisa"
  Allegato 2
  " Indagini geognostiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche 2007-2013)"
  Allegato 3
  " Indagini sismiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche 2007-2013) "
  Allegato 4 parte 1 e parte 2
  " Indagini sismiche eseguite a supporto della presente variante"
  Allegato 5
  " Pozzi profondi a stratigrafia nota".
  La zonizzazione del territorio è stata poi realizzata ai sensi del programma VEL al quale si rimanda per la lettura completa dei suffissi e delle classi attribuite.

- Tavv. 07D1, 07D2 - carta dell'acclività: contiene informazioni sulle caratteristiche di pendenza dei versanti che sono distinti in sette classi di acclività ritenute significative in rapporto al quadro altimetrico locale ed alle soglie che rivestono importanza nei confronti della propensione al dissesto dei terreni;

- Tavv. 07E1, 07E2 - carta idrogeologica e del reticolo idraulico: contiene informazioni sugli aspetti idrogeologici principali come, l'ubicazione dei pozzi a sterro ed artesiani privati, l'ubicazione dei pozzi appartenenti alla rete acquedottistica, la rete idrografica principale e secondaria (con l'individuazione della gerarchia del sistema di scolo), le condizioni di drenaggio superficiale e le aree interessate da specchi d'acqua; Le stratigrafie dei pozzi artesiani sia privati che facenti parte della rete acquedottistica sono riportate in Allegato 5.
  Sullo sfondo della carta abbiamo riportato la zonizzazione del territorio realizzata dall'Autorità di bacino del Fiume Arno in sede di realizzazione del Piano di Bilancio Idrico.

- Tavv. 07F1, 07F2 - carta della pericolosità geologica: sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo geomorfologico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011, e dal Piano di Assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno..

- Tavv. 07G1, 07G2 - carta delle aree a pericolosità idraulica: sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo idraulico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011.

- Tavv. 07H1, 07H2 - carta della vulnerabilità idrogeologica: sintetizza la zonizzazione di vulnerabilità della risorsa idrica in funzione del grado di protezione degli acquiferi da eventuali inquinanti nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale, secondo i criteri litologici e di permeabilità indicati dal P.T.C. della Provincia di Pisa.

- Tav 07H3 – zonizzazione del territorio in base agli articoli del progetto di Piano di Bacino Stralcio "Bilancio Idrico": suddivide il territorio in base agli articoli disposti nel "Piano di Bilancio Idrico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno".

- Tavv. 07I1, 07I2 - carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica: suddivide il territorio sulla base di studi di microzonazione sismica di livello 1, relativamente alle utoe principali, secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011, le specifiche tecniche definite negli ICMS nonché sulla base delle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010. A supporto della redazione della carta MOPS, sono state eseguite alcune verifiche alla liquefazione, in corrispondenza delle porzioni di territorio nelle quali i dati a disposizione evidenziano tale possibilità. I risultati sono riportati nel seguente allegato:
  Allegato 6
  " Analisi della suscettibilità alla liquefazione"

- Tav. 07I3 – Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Sezioni Stratigrafiche Tipo: in questa tavola sono riportate le colonne stratigrafiche tipo che caratterizzano il territorio comunale

- Tav. 07L1 – carta della pericolosità sismica: sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo sismico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale, relativamente alle utoe principali, secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011.

- Tavv 07M1, 07M2 - carta della fattibilità: indica la fattibilità geologica degli interventi previsti nel Regolamento Urbanistico fornendo indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio, nonché in merito agli studi ed alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio.

- Tav. 07N - relazione tecnica descrittiva delle varie carte tematiche prodotte che illustra gli aspetti che concorrono alla definizione dell'assetto geologico tecnico del territorio e sintetizza gli elementi che da esse emergono e che possono rappresentare controindicazioni con limitazioni alle utilizzazioni previste, le ipotesi alternative o le contromisure da adottare.

Le nuove carte geotematiche sono state prodotte in formato digitale attraverso la georeferenziazione dei vari tematismi in ambiente GIS e la creazione del loro rispettivo database. I dati sono stati digitalizzati utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale di maggior dettaglio disponibile per ogni zona, avendo sempre come sfondo le ortofoto (volo 2007) messe a disposizione dalla Provincia di Pisa.

Il lavoro si è sviluppato in fasi successive per l'acquisizione, l'analisi, la creazione e la verifica dei dati in formato vettoriale relativi ad elementi a geometria puntuale (quali ad esempio: ubicazione delle prove geognostiche e dei pozzi), a geometria lineare (quali ad esempio: orli di scarpata e curve isofreatiche) ed a geometria poligonale (quali ad esempio: corpi di frana ed aree con difficoltà di drenaggio).
Tutti i files relativi agli elementi contenuti nelle cartografie dello studio geologico hanno un database strutturato in modo da contenere le informazioni essenziali alla loro identificazione. Ad esempio, per gli elementi geomorfologici il database contiene la descrizione della forma, dello stato di attività, della eventuale fonte di provenienza, l'attribuzione tipologica, ecc.

Le suddette carte sono restituite per l'intero territorio comunale in diverse scale scelte in modo da rendere leggibili e ben fruibili le tavole tematiche.

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il territorio comunale di Castelfranco di Sotto si colloca in un'area compresa tra i rilievi collinari delle Cerbaie a nord, la pianura alluvionale del Fiume Arno a sud, la pianura di Bientina ad ovest e quella di Fucecchio ad est. Queste due valli, i cui corsi d'acqua confluiscono in destra d'Arno, drenano due bacini di sprofondamento tettonico neogenico ad asse appenninico (NW-SE) della Dorsale Medio Toscana. Quest'ultima è rappresentata dai rilievi di rocce triassiche e pre-triassiche che dal Monte Pisano si prolungano nei nuclei di Iano e della Montagnola Senese, per proseguire verso sud fino ai nuclei del Grossetano.
Nell'insieme la dorsale descrive un arco a concavità occidentale, interno e parallelo a quello dell'attuale crinale dell'Appennino Settentrionale.

Durante il Messiniano superiore l'isolamento del Mediterraneo ha determinato una crisi di salinità per cui i bacini di sprofondamento tettonico della Toscana occidentale si prosciugarono e/o furono sommersi dai depositi paralici definiti come di "lago-mare".
Successivamente, col riattivarsi delle comunicazioni tra Atlantico e Mediterraneo, il livello del mare si innalzò determinando l'ingressione marina del Pliocene iniziale.
Le facies di lago-mare vennero sostituite da facies marina anche di mare profondo. In letteratura tale trasgressione è nota come "acqua su acqua" ed ha interessato gran parte della Toscana occidentale dove, sui fondali del paleomare, si depositarono strati di sedimenti detritici sabbiosi e argillosi all'interno dei quali sono presenti livelli ricchi di lamellibranchi, ostree e coralli.

Al termine del Pliocene, l'area iniziò un lento sollevamento tettonico a cui seguì il ritiro definitivo del mare, tra la fine del Pleistocene inferiore e parte del Pleistocene superiore si rilevano episodi diversificati di sollevamento e cicli di erosione e sedimentazione fluviale, che portano alla formazione dei rilievi delle colline di Montecarlo-Altopascio-Cerbaie.
Nel tardo Pleistocene, tali rilievi separano la Piana di Lucca-Padule di Bientina dalla Piana di Pescia-Montecatini-Padule di Fucecchio. Studi recenti hanno evidenziato che il sollevamento delle Cerbaie è continuato fino all'inizio dell'ultima glaciazione (Wurm; stadio isotopico dell'ossigeno OIS2), con un basculamento che ha determinato una netta scarpata sulla valle dell'Arno ed un'inclinazione della dorsale verso Ovest-NordOvest.
Durante l'Olocene si sono poi definiti i tratti attuali della valle dell'Arno e delle valli minori.

Da un punto di vista morfologico il territorio comunale di Castelfranco di Sotto è caratterizzato da tre diversi ambiti: la pianura alluvionale del Fiume Arno, il paesaggio collinare delle Cerbaie e la pianura alluvionale del Padule di Bientina.
La pianura dell'Arno, che occupa circa un terzo dell'area totale, risulta largamente sovralluvionata con una morfologia di aspetto senile; a ridosso del rilievo collinare di Montefalcone scorrono il Canale Maestro di Usciana e l'Antifosso di Usciana.
Il Canale di Usciana, emissario del Padule di Fucecchio da alcuni ritenuto un'antico ramo secondario dell'Arno, si è rivelato determinante per l'equilibrio idrografico della Valdinievole e della Pianura compresa tra l'Arno e le Cerbaie; per facilitare il deflusso

delle acque dal Padule di Fucecchio a partire dal 1569 si procedette al suo raddrizzamento mentre nel 1748 fu scavato l'Antifosso per facilitare il drenaggio degli scoli campestri che risultava impedito in concomitanza con le piene del Canale di Usciana.

La pianura alluvionale del Padule di Bientina è caratterizzata da terreni alluvionali, palustri e di colmata; in tempi storici è stata interessata dal *lago di Bientina (o Sesto)*, ed è stata oggetto di progressive opere di bonifica che hanno visto la realizzazione di argini, la deviazione di corsi d'acqua, la creazione di una rete di canali artificiali, scavi e riporti di terreno. In tal modo si è instaurato di un sistema di bonifica a scolo meccanico facente capo ad alcuni impianti di sollevamento.

Il paesaggio collinare, largamente rappresentato nella porzione del territorio comunale ove sorgono le Frazioni di Orentano e Villa Campanile e nella zona di Montefalcone, è caratterizzato da rilievi con le forme dolci tipiche dei terreni in prevalenza sabbiosi con le sommità spianate e blandamente inclinate che rappresentano superfici emerse nel Quaternario. In queste aree il sollevamento recente è stato modesto, ma l'erosione è stata rapida a causa dei materiali scarsamente coerenti (sabbie con o senza ciottoli), cosicché le valli simulano una morfologia di aspetto senile, mentre la rete idrografica è giovane, cioè di età Quaternaria.

Il versante subito a Sud di Montefalcone, che raccorda il paesaggio collinare a quello di pianura del Fiume Arno, è caratterizzato dalla presenza di alcuni fenomeni di dissesto, che si sviluppano sia per le pendenze mediamente elevate che per la presenza di terreni con caratteristiche litotecniche e di permeabilità molto differenti.
Difatti terreni costituiti da sabbie, conglomerati e depositi ciottolosi di origine fluviale sormontano sabbie gialle, arenarie, argille sabbiose e conglomerati di ambiente salmastro lagunare.
Per il resto del territorio collinare non si rilevano fenomeni di dissesto di alcuna rilevanza, sia per le blande pendenze interrotte solo dal ciglio del terrazzo delle "Cerbaie" e sia per le caratteristiche dei terreni, comunque di buona consistenza.

4 – TAVOLA A - CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

ASPETTI GEOLOGICI

Nell'ambito del presente studio è stato eseguito un lavoro di analisi, verifica ed integrazione degli aspetti geologici inerenti le "unità litostratigrafiche" affioranti sul territorio comunale, attraverso una sovrapposizione degli elementi costituenti il quadro conoscitivo di supporto al vigente R.U., con quelli della carta geologica di base al 10.000 della Regione Toscana, della carta geologica della Provincia di Pisa curata dal C.N.R. e con quelli derivati dai risultati delle numerose indagini geognostiche del sottosuolo a disposizione. A questa prima fase hanno fatto seguito successivi controlli sul terreno, con particolare disamina delle litologie affioranti.

La sintesi finale della caratterizzazione geologica del territorio comunale di Castelfranco di Sotto è rappresentata dalla **"Carta Geologica e Geomorfologica"** di Tavola A.

Il territorio comunale risulta caratterizzato, in affioramento, dalle seguenti "unità litostratigrafiche", a partire da quella più recente

Sedimenti delle aree golenali (Olocene)
si tratta dei depositi prevalentemente limosi e sabbiosi presenti all'interno dell'area golenale del Fiume Arno e direttamente connessi all'azione di trasporto e di deposito del corso d'acqua stesso. Nel lato interno all'ansa il fiume tende a depositare progressivamente orizzonti obliqui di terreni gradati ("sedimentazione di *point bar*") donando ai depositi un trend *fining upward* da sabbie a limi argillosi, con frequenti inclusi di legno originariamente trasportati dal fiume. Sul lato esterno l'azione del fiume è generalmente erosiva.

Depositi lacustri e di colmata (Olocene)
si tratta di sedimenti fini prevalentemente argillosi con presenza più o meno abbondante di sostanza organica indecomposta (torbe) caratterizzati da variazioni laterali e verticali dovute alla continua instabilità degli ambienti lago-palustri e che si estendono in prossimità del fondovalle del Rio Ponticelli ed in corrispondenza del Padule di Bientina.
Stagionalmente tali terreni possono presentare un alto grado di saturazione in acqua che associato all'elevata percentuale di sostanza organica conferisce loro un elevato grado di compressibilità;

Depositi alluvionali recenti prevalentemente limoso sabbiosi (Olocene)
si tratta di sedimenti a prevalenza limosa e sabbiosa, in rapporto variabile, depositati nei fondovalle dei Rii che incidono i rilievi collinari ed in parte della pianura alluvionale del Fiume Arno. In quest'ultima zona, avendo a disposizione una gran mole di dati derivati dalle prove penetrometriche eseguite in corrispondenza dell'abitato di Castelfranco e dell'adiacente zona industriale, abbiamo individuato le zone nelle quali i terreni hanno una

marcata componente granulare. In particolare abbiamo distinto le zone in cui i terreni limo-sabbiosi sono presenti nei primi metri dal p.d.c. e quelle in cui si rileva la presenza di depositi limo-sabbiosi di spessore plurimetrico nei primi 10-15 m dal p.d.c.

Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso limosi (Olocene)
si tratta di sedimenti prevalentemente fini con limi e argille in rapporto variabile, e subordinatamente sabbie, depositati dal Fiume Arno; anche in questo caso la loro estensione in pianta è stata determinata mediante l'analisi delle indagini geognostiche a disposizione.

N.B. *Per le zone nelle quali non avevamo alcuna indicazioni relativamente alla componente del substrato, è stata indicata genericamente la presenza di depositi alluvionali recenti senza precisarne la composizione.*

Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore - Olocene)
si tratta di depositi alluvionali, di origine fluviale, reincisi in terrazzi presenti alla base di alcune vallecole minori nel tratto collinare, ed alla base del rilievo collinare di Poggio Adorno-Montefalcone. Le litologie prevalenti sono sabbie e limi con ciottoli e subordinatamente brecciole.

Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio – "Terrazzo delle Cerbaie" (Pleistocene medio)
si tratta di depositi di ambiente fluvio-lacustre costituiti da sabbie e conglomerati, addensati, a cui si intercalano sottili e discontinui intervalli di argille grigie lacustri.
I ciottoli hanno dimensioni generalmente inferiori a 10-15 cm e sono costituiti da anageniti, arenarie, scisti, diaspri, metacalcari e selci. La matrice sabbiosa si presenta caratteristicamente arrossata per pedogenesi, lo stato d'alterazione è particolarmente accentuato e caratterizzato da frequente ed abbondante argillificazione con presenza di plintiti. Questa unità, affiora diffusamente sul rilievo delle Cerbaie.

Nel tratto compreso tra Montefalcone (quota 110 m.s.l.m.) e l'abitato di Staffoli ubicato in sinistra del Rio di Ponticelli (quota 35-40 m.s.l.m.) il profilo morfologico, assecondando l'immersione degli strati, immerge in modo costante verso Ovest-NordOvest, con una pendenza media calcolata intorno 1,3°. Più a Nord, in destra del Rio di Ponticelli, e fino all'abitato di Altopascio, la morfologia è perfeffamente tabulare con una quota media compresa tra 28 e 32 m.s.l.m.
Tale assetto porta ad ipotizzare la presenza di due sequenze, la più giovane delle quali affiorante nel settore Nord (Orentano-Chimenti-Villa Campanile), giacerebbe in *on lap* sulla più antica affiorante nel tratto Montefalcone Staffoli.

Se la fine del basculamento delle Cerbaie è fissata all'inizio della glaciazione Wurmiana (110.000 anni fa; OIS4) allora è ipotizzabile che la sequenza che affiora nel settore nord delle Cerbaie possa essersi depositata nella fase iniziale del Pleistocene Superiore che ha inizio 126.000 anni fa. In effetti la quota altimetrica, compresa entro i 30-40 m.s.l.m. e l'assetto pianeggiante farebbero ricollegare la zona Nord delle Cerbaie ai depositi

terrazzati del Pleistocene Superiore e con le cosiddette Sabbie e limi di Vicarello, note in letteratura.
In alternativa è ipotizzabile che il basculamento del terrazzo delle cerbaie abbia interessato solo la sua porzione sud, nel tratto tra Montefalcone e Rio di Ponticelli, determinando una "rottura" in direzione circa sudovest-nordest nel tratto in cui successivamente si sarebbe impostato il fondovalle del Rio di Ponticelli.

Depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci (?Rusciniano-Villafranchiano superiore)

questi depositi sottostanno ai depositi del bacino Cerbaie-Alpopascio ed affiorano principalmente in corrispondenza del versante di raccordo tra i rilievi collinari ed il fondovalle del Fiume Arno. In cartografia abbiamo distinto tre termini dall'alto verso il basso:

Sabbie e argille di Marginone-Mastromarco

Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose di colore grigio-nocciola, con strutture sedimentarie (facies di canale e di piana alluvionale) ed associazione fossilifera (malacofaune dulcicole e terrestri) di ambiente deposizionale fluviale e palustre. Queste sabbie sono generalmente addensate, non raggiungendo però la cementazione.

Livelli conglomeratici

nelle facies di canale sono presenti livelli conglomeratici, spesso cementati e con ciottoli prevalentemente carbonatici al cui interno si distinguono elementi della Falda Toscana ed elementi del Verrucano dei Monti Pisani. I livelli conglomeratici hanno spessori compresi tra 3 e 5 metri e raggiungono il loro massimo sviluppo in località la Tomba, a SudEst di Montefalcone dove in alcun tratti raggiungono - 12-15 metri di spessore.

Nella carta geologica redatta dalla Provincia di Pisa, i termini sopra descritti costituiscono la formazione di Monteserampoli (SRM) con sigla SRM01 per i livelli ghiaiosi e SRM02 per quelli sabbioso e sabbioso limosi.

Sabbie di Marginone-Mastromarco

è l'unità stratigraficamente più bassa ed affiora al piede del versante di Montefalcone, si tratta di sabbie clinostratificate di ambiente fluviale datate al Villafranchiano inferiore Zanchetta (1995) e Zanchetta et al. (1995). Sono caratterizzate da un elevato grado di addensamento raggiungendo di frequente la cementazione.
Nella carta geologica redatta dalla Provincia di Pisa, questo termine corrisponde alla formazione di *Formazione di Massarella – Torre (MST).*

ASPETTI GEOMORFOLOGICI PER DINAMICA DI VERSANTE

I rilievi collinari raggiungono quote altimetriche fino a 110 m.s.lm. (Montefalcone), e tendono gradualmente a diminuire altimetricamente procedendo verso Nord, verso gli abitati di Galleno (35-40 m.s.l.m), Chimenti 30-33 m.s.l.m.) Villa Campanile (29-32

m.s.l.m.) ed Orentano (12-35 m.s.l.m.). Sono caratterizzati da ampie spianate e solchi vallivi poco accentuati. Le numerose vallecole che incidono il rilievo delle Cerbaie presentano alcune un profilo trasversale a V ed altre il fondo piatto; verso monte gli impluvi riprendono il profilo concavo e sono interessati da depositi alluvionali colluviali.
In questo tratto collinare, gli unici fenomeni di dissesto segnalati sono concentrati lungo il versante a sud di Montefalcone, nel tratto di raccordo tra i rilievi collinari ed il fondovalle del Fiume Arno. La prima campagna di rilevamento è stata eseguita nel periodo gennaio-marzo 2011.
Successivamente sono stati eseguiti diversi sopralluoghi sulle aree definite fragili, per verificarne lo stato di attività. L'ultimo rilevamento è stato eseguito nel marzo 2013, dopo un prolungato periodo di intense precipitazioni, che hanno determinato l'innesco e la riattivazione di numerosi dissesti lungo il crinale di collegamento tra l'altopiano delle Cerbaie ed il fondovalle del Fiume Arno nel tratto compreso tra i comuni di Santa Maria a Monte, Castelfranco e Santa Croce.
In particolare sono state cartografate:

Frana di scorrimento stabilizzata

si tratta di due frane stabilizzate artificialmente. La prima è ubicata lungo il lato monte dei tornanti della Via di Montefalcone. Questa frana, segnalata anche nel vecchio P.R.G. è stata stabilizzata mediante la posa in opera di gabbionate in pietrame che si appoggiano direttamente sul sottostante muro di contenimento che si estende sul lato monte della Viabilità.
Inoltre è stata inoltre indicata come stabilizzata anche la porzione al piede dell'ampio dissesto in località la Tomba, oggetto in passato di interventi che hanno visto la realizzazione di alcuni ampi gradoni e di un preciso sistema di regimazione delle acque, in corrispondenza di un areale più esteso rispetto a quanto da noi cartografato.
Durante i sopralluoghi si è infatti constatato come alcune porzioni dell'area oggetto di interventi, siano state coinvolte in successivi dissesti, che si sono verificati in particolare dopo le piogge dell'inverno 2012-2013.
In funzione di ciò, come verrà spiegato nel paragrafo della pericolosità geologica, abbiamo classificato l'intera area, sia quella indicata come stabilizzata, che quella coinvolta dai recenti dissesti, in pericolosità molto elevata. L'area d'influenza della frana di crollo-scorrimento attiva presente più a monte si estende difatti fino al fondovalle, ricomprendendo anche le zone classificate come stabilizzate o quiescenti.

Frana di scorrimento quiescente

si tratta di sei frane di modeste dimensioni, che coinvolgono areali compresi tra 500 e 3.500 mq. Le frane si concentrano in corrispondenza di cigli di scarpate ed agiscono secondo una tipologia di scorrimento traslazionale lungo più superfici di rottura. Queste frane non hanno subito evoluzione in seguito alle precipitazioni dell'inverno del 2012-2013

Frana di crollo-scorrimento attiva

si tratta di due distinti corpi di frana il cui ciglio è impostato in livelli particolarmente consistenti che danno luogo a fenomeni di crollo ed arretramenti. Il piede delle frane è invece posto in terreni più teneri nei quali si sviluppa una dinamica di scorrimento

traslazionale. La frana di maggiori dimensioni, circa 34.600 mq è posta in località la Tomba, i crolli sono localizzati in corrispondenza di un livello cementato di conglomerati, mentre gli scorrimenti si sviluppano all'interno delle sottostanti sabbie. La porzione superiore del dissesto, impostata al di sopra dei livelli conglomeratici, è arrivata ad interessare la sede stradale di Via Poggio Adorno secondo dinamiche di scorrimento. La seconda frana di crollo-scorrimento, che si estende per circa 3.300 mq, è localizzata sul versante immediatamente a destra dei tornanti di Via Montefalcone. Il dissesto è per la gran parte dovuto ai crolli che si generano in corrispondenza di un livello di sabbie cementato, mentre gli scorrimenti sono esigui e concentrati nella parte bassa del dissesto. Entrambi i dissesti si sono hanno subito riattivazioni parziali nell'inverno 2012-2013

Frana di crollo attiva

si tratta di due frane poste nella parte più alta del rilievo di Montefalcone. La più piccola, di circa 450 mq, è posta in corrispondenza di una scarpata al margine della Via Montefalcone e si sviluppa in un livello di sabbie e conglomerati molto consistente.
Nel febbraio 2013, si è riattivata ed il materiale rimosso ha occupato una parte della carreggiata stradale causando disagi alla viabilità.
L'altra frana, è impostata all'interno dei livelli conglomeratici cementati che si estendono a valle della Via di Poggio Adorno, poco ad est dell'esteso dissesto segnalato in località la Tomba.

Frana di scorrimento attiva

si tratta di tre frane ubicate lungo il rilievo di Montefalcone, che si sono innescate nel febbraio marzo 2013 in seguito alle precipitazione intense di quel periodo. I dissesti hanno coinvolto la porzione superficiali della coltre vegetale alterata. Il dissesto di maggiori dimensioni, circa 2900 mq, ubicato poco ad ovest della Via di Montefalcone, è evoluto in frana di colamento al piede, a causa dell'eccessiva imbibizione dei terreni e di una componente maggiormente coesiva.

Aree di influenza

ai sensi del nuovo regolamento regionale, e delle Norme del PAI Bacino Arno, sulla carta geomorfologica, oltre ai perimetri delle zone effettivamente in frana, sono stati definiti anche gli areali potenzialmente coinvolgibili in seguito ad una evoluzione del dissesto. Le perimetazioni tengono conto della tipologia del fenomeno e delle ipotesi cinematiche ad esso connesse.

ASPETTI GEOMORFOLOGICI PER DINAMICA FLUVIALE

Il territorio di Castelfranco di Sotto si distingue per le porzioni di pianura suddivise tra il Padule di Bientina e la pianura alluvionale del Fiume Arno e le zone collinari delle Cerbaie.
La zona del Padule, organizzata in un preciso sistema di canalette e fossi per il convogliamento delle acque verso le idrovore raggiunge quote altimetriche tra 5 e 7 m.s.l.m.

La pianura alluvionale del Fiume Arno raggiunge quote altimetriche comprese tra i 14 e 17 metri m.s.l.m. ed è densamente abitata essendo presente sia il capoluogo che il Macrolotto industriale.

Nel corso del presente lavoro, abbiamo approfondito gli aspetti della dinamica fluviale che contribuiscono a determinare situazioni di fragilità geomorfologica ed idraulica rilevanti ai fini della pianificazione territoriale. Nelle Tavole A abbiamo riportato gli aspetti di dinamica fluviale che determinano particolari condizioni morfologiche e/o litotecniche, mentre nelle Tavole D vengono riportati gli aspetti di dinamica fluviale più inerenti alle condizioni idrologiche ed idrogeologiche.

Orlo di terrazzo

in corrispondenza dei rilievi collinari abbiamo cartografato gli orli del terrazzo dei depositi fluviali delle cerbaie. Tale orlo generato durante la fase di reincisione dei depositi stessi è ben marcato nella zona sud dei rilievi collinari, nel tratto compreso tra Montefalcone e Staffoli e si estende tra le quote di 60 e 110 m.s..l.m. Seguendo la debole immersione degli strati e contornando le ampie spianate che si estendono tra gli impluvi. Più a nord, nel tratto compreso tra il Rio di Ponticelli e l'abitato di Villa Campanile, l'orlo di terrazzo si pone a quote minori, generalmente comprese tra 25 e 35 m.s.l.m. e tende gradualmente a sparire procedendo verso Nord.

Traccia di alveo fluviale abbandonato (paleoalveo)

nelle cartografie geologiche sia del CARG che della Provincia di Pisa, è segnalata la presenza di alcuni paleoalvei in corrispondenza del tratto di fondovalle del Fiume Arno. Nel presente studio, abbiamo confrontato le tracce di questi paleomeandri con i dati derivati dalle indagini geognostiche a disposizione con l'effettiva morfologia dei luoghi e con le foto aeree dell'Istituto Geografico Militare.
Sulla base di ciò, riteniamo che sia da considerare certa la traccia di paleoalveo che si estende ad Ovest dell'Abitato di Castelfranco. Oltre che ben visibile dalle foto aeree precedenti all'urbanizzazione, e dai dati delle prove penetrometriche, l'evidenza di un recente paleoalveo è supportata anche dall'andamento curvilineo della Via dei Fratelli Cervi che in tempi remoti può aver rappresentato un tratto di viabilità che costeggiava la sponda del Fiume Arno.
In cartografia abbiamo indicato una ulteriore traccia che si estende ad Est dell'abitato di Castelfranco attraversando la zona industriale per virare nettamente verso Ovest poco a Sud del Canale Usciana. Il percorso, che trova parziale rispondenza dai dati delle prove penetrometriche, è stato dedotto dall'analisi delle fotoaeree risalenti all'anno 1953, in scala 1:22.000, visionabili sul sito dell'IGM.

Depressione palustre

Nel tratto più a Nord del Padule di Bientina, abbiamo indicato come depressione palustre una vasta area, delimitata da argini, che si estende tra le ultime propaggini collinari del territorio di Castelfranco e la strada Bientina-Altopascio. In quest'area, di notevole pregio naturalistico, si è instaurato un ambiente umido con prevalenza di canneti e stagni e substrato costituito in prevalenza da torbe.

ASPETTI GEOMORFOLOGICI ANTROPICI

L'attività dell'uomo si è svolta principalmente nelle zone di fondovalle, limitandosi, nelle zone di collina a piccoli insediamenti.
Nella pianura del Fiume Arno e del Padule di Bientina l'attività antropica per la canalizzazione delle acque e la messa in sicurezza dei nuovi insediamenti ha portato nel tempo alla realizzazione di una rete di canali e di argini per la bonifica dei terreni e di rilevati e riporti per la messa in sicurezza rispetto alle esondazioni. In particolare in cartografia abbiamo segnalato:

Argini fluviali

si tratta di opere di difesa idraulica come il corpo arginale del Fiume Arno e gli argini del Canale Usciana e del suo collettore L'argine, o opere di bonifica come il corpo arginale del Canale Usciana e dei fossi di bonifica del Padule di Bientina. In alcuni casi gli argini sono utilizzati anche come viabilità come ad esempio l'argine in sinistra del Canale Emissario lungo cui scorre la Strada Bientina- Altopascio.

Rilevati stradali

in carta abbiamo evidenziato i principali rilevati stradali, considerando come tali quelli che hanno spessori oltre un metro come ad esempio il rilevato stradale della Strada Nuova Francesca e di alcune viabilità che vi si innestano. Il rilevato stradale di Via della Chiesa ad Orentano, nel tratto che conduce dalla Strada Bientinese al centro del paese, oltre ad ospitare la viabilità, svolge anche le funzioni di argine fluviale.

Rilevati in aree urbanizzate

il macrolotto industriale è realizzato in leggero rilevato rispetto alla morfologia al contorno. Dai sopralluoghi effettuati, e dal confronto con le cartografie antecedenti alla realizzazione della zona industriale, abbiamo valutato lo spessore medio del rilevato in circa un metro in corrispondenza delle viabilità principali e dei lotti già edificati. In corrispondenza del sedime dei capannoni, il rilevato ha generalmente spessori maggiori, ma comunque contenuti entro i 2 metri.
In corrispondenza del centro abitato di Castelfranco non abbiamo indicato la presenza di rilevati in quanto non esistono evidenze morfologiche tali da poter definire con precisione l'estensione di eventuali riporti, che, se presenti, sono certamente con spessori minori di un metro.

Riporti

in carta abbiamo segnalato la presenza di alcuni riporti di terreno e di materiali eterogenei. In alcuni casi i riporti sono stati messi in posto per consentire una nuova edificazione, come parte della zona sportiva di Orentano che si estende al margine della Via della Chiesa. In altri casi i terreni accumulati sono il risultato dell'esubero di materiale in seguito alla realizzazione di nuove viabilità come i riporti segnalati al margine delle Bientinese nel tratto di nuova realizzazione a sud di Altopascio.

Discariche

è' stata segnalata la discarica che si estende lungo il margine dell'argine destro del Canale Usciana, già identificata con la sigla:

PI032 - CASTELFRANCO DI SOTTO - PONTE USCIANA

nell'allegato 4 “Anagrafe dei siti con necessità di approfondimento” della Delibera n. 384 di cui alla L.R. 25/98 art. 9 comma 2 "Piano Regionale di gestione dei rifiuti - Terzo stralcio relativo alla bonifica delle aree inquinate".

Cumuli di materiale eterogeneo/rifiuti

in cartografia abbiamo indicato cinque zone al margine della Via Bientinese nelle quali sono presenti cumuli di materiale di riporto misto a rifiuti.

Una di queste, quella posizionata immediatamente a Sud della nuova variante, ha preso fuoco durante l'estate del 2011. Nei giorni successivi all'incendio, le fiamme si sono propagate nell'estesa torbiera adiacente. Sul sito dell'ARPAT, alla pagina *http://www.arpat.toscana.it/notizie/notizie-brevi/2011/bientinese-altri-risultati-di-analisi-effettuate* è possibile visionare il dettaglio delle analisi eseguite dall'ente su campioni di terreno e di essenze vegetali prelevati nelle immediate vicinanze dell'area.

Opere di contenimento

abbiamo indicato alcune opere di contenimento realizzate sia lungo la Via Montefalcone che lungo la Via Piè di Monte. In particolare, gran parte della banchina stradale della Via Montefalcone che dal fondovalle dell'Arno raggiunge l'altopiano delle Cerbaie, è provvisto di muri di contenimento lungo il lato monte. In un piccolo tratto, superiormente al muro di contenimento è presente anche una gabbionata in pietrame messa in posto per stabilizzare un piccolo dissesto avvenuto anni fa nei terreni a monte.

Lungo la Via Piè di Monte sono state cartografate due gabbionate in pietrame, con funzione di contenimento delle piccole scarpate a monte.

5 – TAVOLA B – SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE

Nella Carta geologica di cui alle Tavole A sono distinte, con diversa colorazione e simbologia, le unità litostratigrafiche sopra descritte e sono individuate le tracce delle sezioni geologiche riportate nella Tavola B.
Sulla base dei dati bibliografici, dei nuovi elementi raccolti anche relativi alle caratteristiche sismiche del substrato, è stato possibile ricostruire l'andamento schematico del sottosuolo di Castelfranco di Sotto attraverso quattro sezioni geologiche.

METODOLOGIA DI LAVORO:

Considerando l'estensione delle sezioni geologiche eseguite, è stato necessario operare alcuni accorpamenti delle unità litologiche distinte nella carta geologica. In particolare è stato deciso di unire la formazione delle "Sabbie e argille di Marginone-Mastromarco" con i livelli conglomeratici che in maniera discontinua affiorano a diverse altezza all'interno di questa formazione. E' stata invece mantenuta la distinzione con la sottostante formazione delle Sabbie di Marginone-Mastromarco, considerando sia il notevole spessore che l'uniformità è stata invece tenuta si è scelto invece di mantenere in sezione la definizione di quest'ultimo strato.
La delimitazione dei depositi alluvionali olocenici è stata effettuata tenendo conto dei recenti studi di stratigrafia sequenziale della val d'Arno inferiore. Essendo incerta la continuità delle lenti ghiaiose e sabbiose generate in risposta all'ultimo abbassamento eustatico (ultima fase glaciale), si è cercato di individuare la base dei depositi generati in risposta alla successiva trasgressione marina, avvenuta circa 10.000 anni fa, ed alla più recente fase progradazionale. Tale contatto è stato individuato marcando i bruschi cambiamenti di facies, evidenziati da una diminuzione di consistenza del deposito (individuabile anche dalle prospezioni sismiche, che hanno rappresentato un'importante strumento di verifica) e/o dal passaggio da sedimenti grossolani di alta energia a sedimenti coesivi di decantazione. Con questa metodologia è stata individuata un'interfaccia posta a circa -30m dal p.c., valore in linea coi risultati dei recenti studi effettuati sulla piana di Pisa. Al di sotto dei depositi olocenici si è tentato di delimitare anche la disconformità che separa le alluvioni pleistoceniche dell'Arno dai depositi pliocenici debolmente inclinati che affiorano estesamente in corrispondenza delle colline pisane. I dati derivati dalle indagini profonde sono stati integrati con quelli acquisiti durante la campagna di indagini sismiche giungendo ad individuare un'interfaccia tra i depositi a velocità sismica compatibile con quella misurata sulla collina (Vs=600÷660 m/s), da quelli soprastanti caratterizzati da velocità di propagazione inferiore, tipicamente assimilabile ad un contesto alluvionale più o meno consistente (180<Vs<460).

DESCRIZIONE ED ANALISI DELLE SEZIONI GEOLOGICHE:

La sezione 4, la cui traccia è lunga 5.100m ed orientata NNW-SSE, si estende dall'abitato di Montefalcone, posto a sud dell'altopiano delle Cerbaie, alla cittadina di San Romano, in territorio di Montopoli, ed attraversa l'intera valle dell'Arno. La sezione definisce l'assetto dei depositi pliocenici presenti al di sotto dei sedimenti alluvionali

dell'Arno, che verso sud si raccordano a quelli affioranti nelle colline di San Romano. In particolare è stata ipotizzata la base della formazione delle Sabbie di Marginone-Mastromarco nell'areale in cui è stata osservata una diminuzione di velocità sismica del substrato che passa da 680÷690m/s a 610m/s spostandosi verso Sud.
In questa ricostruzione non sono state inserite faglie, tuttavia non si esclude, come indicato da altri autori, che lungo l'asse dell'Arno possa essere presente una faglia diretta collegata alla leggera rotazione verso nord del complesso sedimentario plio-pleistocenico. Tale ipotesi verrebbe confermata dalla dicersa inclinazione dei depositi affioranti a sud di San Romano rispetto a quelli affioranti sull'altopiano delle Cerbaie. Parallelamente a questa faglia potrebbe essersi sviluppata anche quella ipotizzata nel fondovalle del Rio di Ponticelli secondo la dinamica esposta nel paragrafo precedente nella parte di descrizione dei "Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio"

La sezione presenta 3 disconformità: la più recente è posta a profondità comprese tra -20 e -33m dal p.c. con profondità leggermente più elevate verso nord e separa i depositi olocenici da quelli pretrasgressivi. La seconda, individuata per lo più su base sismica, è posta a profondità comprese tra -80 e -110m circa dal p.c. e separa i depositi pleistocenici da quelli pliocenici in discordanza angolare; infine, al di sopra delle colline, abbiamo segnalato la disconformità erosionale presente alla base della formazione delle Cerbaie. L'inclinazione di quest'ultima superficie erosiva è stata rappresentata con la stessa inclinazione nelle colline a nord ed a sud dell'Arno in accordo con le evidenze di superficie. In questo contesto si nota che, al di sotto della formazione delle Cerbaie, si hanno formazioni differenti nei due settori collinari: nei pressi di Monte Falcone la formazione delle Cerbaie poggia al di sopra della formazione delle Sabbie e argille di Marginone-Mastromarco, mentre a San Romano il letto della formazione delle Cerbaie è rappresentato dai più antichi Depositi marino-costieri del Bacino dell'Elsa - Pesa - Cerreto Guidi. Questa differenza è verosimilmente da collegarsi non tanto ad un fenomeno tettonico (nei due settori collinari l'erosione è infatti parallela agli strati) quanto ad una differente azione erosiva nei due settori, avvenuta allorquando, al pleistocene medio, gli orizzonti erano orizzontali.

La sezione 3, la cui traccia si estende per 6700m in direzione NW-SE, si estende dall'abitato di Moontefalcone fino alla zona industriale di Castelfranco. Anche questa sezione individua 3 disconformità: la più recente è posta a profondità comprese tra -20 e -30m dal p.c. con profondità leggermente più elevate verso nord; la seconda, individuata sia su base sismica che sui dati derivati dalle numerose perforazioni profonde realizzate in corrispondenza della zona industriale, è posta a profondità comprese tra -90 e -115m circa dal p.c. (contatto tra i depositi pleistocenici e quelli pliocenici in discordanza angolare); infine, in corrispondenza del rilievo collinare, abbiamo segnalato la disconformità erosionale che marca la base della formazione delle Cerbaie.

La sezione 2, la cui traccia è lunga 2.600m ed orientata W-E, attraversa il padule di Bientina e l'abitato di Orentano. In corrispondenza del padule di Bientina, considerando l'assenza di indagini geognostiche, non è stato possibile definire con esattezza lo spessore dei depositi alluvionali attuali. Il contatto disegnato in sezione è stato ipotizzato

proseguendo in profondità l'andamento del versante immediatamente a monte della pianura. Per quest'area, le velocità sismiche indicate in sezione si riferiscono a quelle misurate in un contesto analogo in località Cascine di Buti.
Relativamente al substrato in corrispondenza dell'abitato di Orentano, questo è stato dedotto dalle svariate stratigrafie di pozzi profondi a disposizione. Il log 154299 fornisce anche una indicazione sulla collocazione cronostratigrafica dei depositi intercettati, permettendoci di ipotizzare la profondità del contatto Pleistocene medio/Villafranchiano (disconformità che segna la base della formazione delle Cerbaie). I livelli ghiaiosi individuati, interessano sia la formazione delle Cerbaie che gran parte della sottostante formazione delle Sabbie e argille di Marginone-Mastromarco.

La sezione 1, la cui traccia orientata W-E è lunga 4250m, parte dal Padule di Bientina, attraversa Villa Campanile e termina in corrispondenza dell'abitato di Chimenti.
Similmente alla sezione 2, gli orizzonti si presentano pianoparalleli e con abbondante presenza di letti di ghiaie. Questi ultimi diventano predominanti procedendo verso ovest, verosimilmente in rapporto alla maggiore vicinanza al reticolo idrologico dei fiumi Pescia e Nievole e ad i rilievi dei Monti Pisani e dell'Appenino Pistoiese.
Il contatto tra i depositi del bacino delle cerbaie ed i sottostanti depositi fluvio lacustri del bacino Lucca-Montecarlo-Vinci è stato posizionato al tetto di un orizzonte argilloso consistente, la cui presenza è stata osservata anche nella sezione 2 (vedasi log stratigrafico 154299, dove tale livello viene attribuito al Villafranchiano).
Ancora più in basso, lo spessore della formazione basale delle Sabbie di Marginone-Mastromarco è rappresentato solo indicativamente.

Nel complesso le sezioni mostrano la sequenza stratigrafica descritta nei capitoli precedenti. Quando possibile, in corrispondenza del fondovalle del Fiume Arno, sono stati evidenziati i livelli ghiaiosi lenticolari, derivati dalle stratigrafie dei numerosi pozzi presenti nella zona, i quali raggiungono la profondità massima di 307 m. Nelle sezioni abbiamo riportato le velocità sismiche derivate dai sondaggi sismici a stazione singola (misure tromometriche) tarate sulla base di velocità sismche rilevate da profili sismici del tipo MASW eseguite sempre accanto alla misura tromometrica.
La velocità sismica del substrato del Padule di Bientina, si ricorda, è stata invece dedotta da alcune indagini eseguite nel comune di Buti, sempre all'interno degli stessi depositi palustri.

6 – TAVOLA C - CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE

Le formazioni affioranti sono state esaminate da un punto di vista litotecnico prendendo in esame il tipo di stratificazione, lo stato di degradazione, la granulometria ed il grado di cementazione. Le unità litostratigrafiche sono state accorpate in virtù di un comportamento meccanico omogeneo, indipendentemente dalla loro collocazione stratigrafica.

Per l'individuazione delle diverse Unità Litotecniche si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto dalla Regione Toscana (Dip.to delle politiche territoriali e ambientali U.O.C. Rischio Sismico) per la valutazione degli effetti locali (Programma VEL).

Le unità litostratigrafiche sono state talvolta suddivise in sottoclassi in relazione ad variabilità riscontrate all'interno della classe di appartenenza. Per la lettura completa dei suffissi e delle classi attribuite ai terreni si rimanda alle istruzioni tecniche per le indagini geologico-tecniche redatte nell'ambito del programma VEL.
La gran parte delle Unita' individuate ricadono all'interno dei depositi considerati come copertura, e solo due formazioni, affioranti nella parte bassa della scarpata di Poggio Adorno-Montefalcone, ricadono nei terreni a comportamento intermedio. In particolare:

MATERIALI A COMPORTAMENTO INTERMEDIO – GRANULARI CEMENTATI

Unità litologico – tecnica C:

In questa U.L.T. sono comprese rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso, che presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle dei terreni s.s. Al suo interno sono state individuate due sottoclassi:

C1.r5 – Conglomerati clasto sostenuti: in tale sottoclasse sono state inserite le lenti conglomeratiche della formazione delle argille e sabbie di Marginone-Montemarco, il suffiso r5 indica in elevato grado di cementazione dato che i clasti si isolano solo con il martello

C3.r7 - Sabbie lievemente cementate: in tale sottoclasse sono state inserite le sabbie di Marginone-Montemarco che affiorano estesamente al piede del versante di raccordo tra il fondovalle del Fiume Arno e i rilievi delle Cerbaie.

COPERTURA – MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI

Unità litologico – tecnica E:
In questa U.L.T. sono compresi terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione. Lo stato di addensamento è stato valutato sia sui dati delle prove penetrometriche, quando esistenti, e sia sulla base di osservazioni in affioramento. Nel complesso sono state individuate 4 sottoclassi:

E1-E2.a1-2.t3 – Ciottoli e ghiaie addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale: in questa classe abbiamo inserito i depositi Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio – affioranti al tetto del terrazzo delle Cerbaie costituiti da sabbie e conglomerati, addensati. La frazione argillosa si ritrova sia nella matrice, che in sottili e discontinui livelli.

E2-E3.a3-4.t1 – sabbie e ghiaie poco addensate con presenza di frammenti di dimensioni maggiori: in questa classe abbiamo inserito i depositi alluvionali terrazzati presenti al piede dei versante collinare di Montefalcone ed al margine del fondovalle del Rio di Ponticelli e di alcuni suoi affluenti.

E3.a1-2.t3 – sabbie addensate e moderatamente addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale: si tratta della formazione delle sabbie e argille di Marginone-Montemarco, costituita da sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose di colore grigio-nocciola, con strutture sedimentarie (facies di canale e di piana alluvionale). Queste sabbie sono generalmente addensate, non raggiungendo però la cementazione.

E3.a3-4.t3 – sabbie sciolte con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale: in questa classe abbiamo inserito i depositi alluvionali recenti, con composizione principalmente sabbiosa depositati nei fondovalle dei Rii che incidono i rilievi collinari ed in parte della pianura alluvionale del Fiume Arno.

<u>COPERTURA – MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA</u>

Unità litologico – tecnica F:
In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza. Quest'ultima è stata valutata sulla base delle prove penetrometriche e dei dati di alcune analisi di laboratorio e disposizione. Nel complesso sono state individuate 3 sottoclassi:

F1-F2.s3-4 – limi ed argille moderatamente consistenti: in tale sottoclasse è stata inserita la gran parte dei terreni del fondovalle del Fiume Arno, comprendendo sia i terreni per i quali abbiamo indicazioni certe dai dati geotecnici a disposizione e sia le zone di fondovalle per le quali non abbiamo indicazioni precise sulla composizione dei terreni.

F1.s5-6 – limi poco consistenti: in tale sottoclasse è stata inserita l'area golenale del Fiume Arno soggetta a ripetute inondazione a seguito delle quali si verifica la deposizione di limi.

F2.s5-6.t4 – argille poco consistenti con presenza di materiale torboso: in tale sottoclasse è stata l'intera zona di fondovalle del Padule di Bientina. In questa zona i terreni argillosi si alternano a letti torbosi talvolta prevalenti e concentrati in spessori metrici.

PROCESSI DI VERSANTE E FORME ANTROPICHE

In tavola abbiamo inoltre distinto ulteriori due categorie di terreni che comprendono fenomeni di dissesto quali le frane e forme dovute all'azione dell'uomo quali discariche, rilevati, riporti etc.
Queste due categorie, indicano condizioni litotecniche nei primi metri dal p.d.c. per cui sono state campite con retini semitrasparenti che lasciano intravedere la classe di appartenenza del substrato originario o non alterato presente al di sotto.

Frane: con tale sigla abbiamo individuato tutte le aree in frana indipendentemente dal loro stato di attività. Si tratta in generale di dissesti con superfici di scorrimento estremamente superficiali, fatta esclusione per la frana in località la tomba, le cui dimensioni fanno ipotizzare superfici di scorrimento profonde diversi metri

Rilevati antropici: in tale classe abbiamo raggruppato tutti i riporti antropici indipendentemente dalla loro origine o grado di compattazione quali gli argini fluviali, i rilevati, le discariche ed i riporti.

DATI GEGNOSTICI E SISMICI

I dati gegnostici che hanno contribuito alla definizione delle classi litotecniche sopra elencate, sono riportati nella carta litotecnica e sono stati distinti in quelli derivanti dal database della Provincia di Pisa che si arresta al 2007, ed in quelli acquisiti direttamente in Comune relativamente alle pratiche depositate nel periodo 2007-2013. Le indagini sono state suddivise in prove penetrometriche statiche, prove penetrometriche dinamiche pesanti e leggere, saggi, sondaggi ed analisi di laboratorio. In questa stessa carta abbiamo anche riportato tutte le indagini sismiche, sia quelle a disposizione reperite nell'archivio comunale (allegato 3), che quelle eseguite nel corso della presente variante (allegato 4). E' stata inoltre riportata l'ubicazione dei pozzi profondi a stratigrafia nota.

Gli allegati in cui sono riportati tutti i dati sopra elencati sono i seguenti:

Allegato 1
" Indagini geognostiche estratte dal database del P.T.C. della Provincia di Pisa"

Allegato 2
" Indagini geognostiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche 2007-2013)"

Allegato 3
" Indagini sismiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche 2007-2013) "

Allegato 4
" Indagini sismiche eseguite a supporto della presente variante"

Allegato 5
" Pozzi profondi a stratigrafia nota"

tali allegati sono riprodotti sia in formato cartaceo che digitale attraverso la scansione e relativa catalogazione informatica degli elaborati originali.

SUBSIDENZA

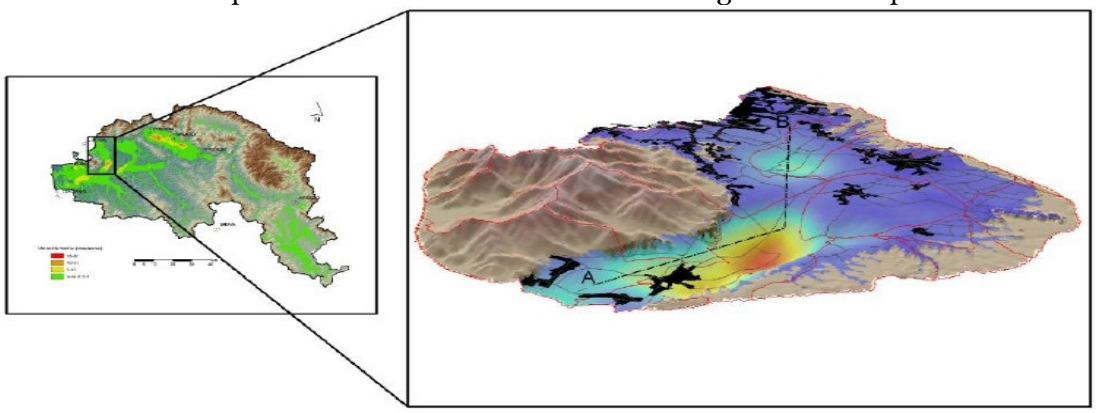
L'Autorità di Bacino del Fiume Arno, in convenzione con L'università degli studi di Firenze, sta conducendo studi relativamente all'analisi dei fenomeni di subsidenza estesi all'intera area di competenza. L'obiettivo della ricerca è quello di realizzare all'interno del territorio del bacino del fiume Arno una mappatura delle aree interessate da fenomeni di subsidenza del terreno, sia indotti da attività antropiche, quali estrazione di acqua dal sottosuolo a fini industriali e domestici, che da fenomeni naturali, quali compattazione dei sedimenti.

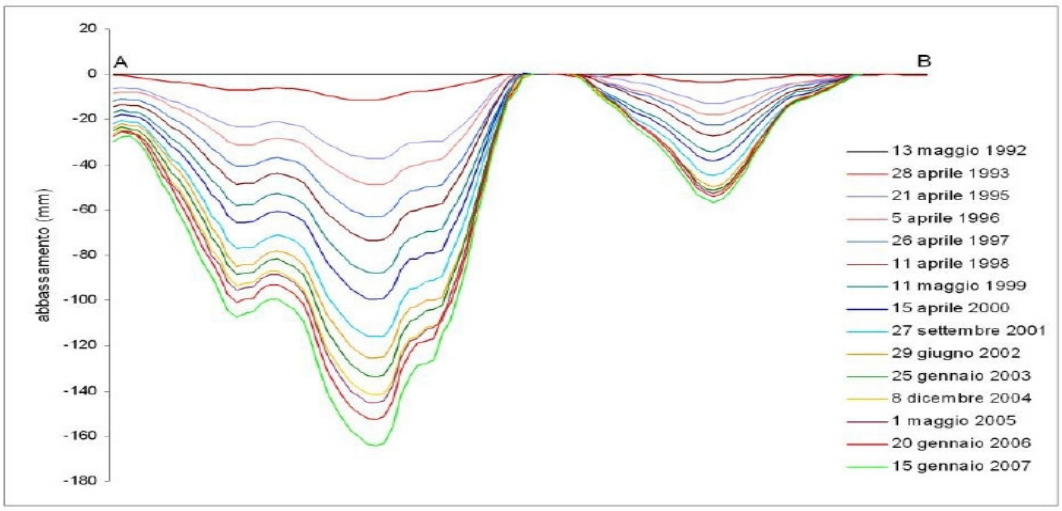
La metodologia utilizzata per realizzare tale mappatura prevede l'integrazione in ambiente GIS dei dati derivanti dalle tecniche satellitari radar interferometriche secondo la tecnologia dei Permanet Scatteres, che permettono di misurare le deformazioni del terreno con accuratezza millimetrica su vaste aree, con dati geologici ed idrogeologici e con un'analisi degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità.

Al momento l'analisi è stata condotta su dati puntuali di deformazione derivati da interferometria radar differenziale da satellite nel periodo 1992-2007. In particolare, sono state utilizzate le immagini radar acquisite dai satelliti ERS1 e ERS2 dell'Agenzia Spaziale Europea nel periodo 1992-2002 e dal satellite canadese RADARSAT1 nel periodo 2003-2007. Sono state quindi analizzate le velocità di subsidenza su tutte le aree di pianura, ed in particolare per la zona del Padule di Bientina, sono stati ricostruiti i modelli digitali degli abbassamenti del terreno relativi ad ogni anno delle serie storiche considerate (articolo di riferimento reperibile sul sito Adbarno.it - Analisi dei fenomeni di subsidenza nel bacino del fiume Arno tramite l'utilizzo della tecnica di interferometria satellitare PSInSAR™ *Marcello Brugioni,Giovanni Menduni, Giovanni Montini* - Firenze 2007).

Nell'area del Padule di Bientina, storicamente interessata da importanti fenomeni di subsidenza del terreno chiaramente visibili dalla distribuzione spaziale ricavata, sono stati acquisiti anche i dati vettoriali dei PS elaborati secondo la tecnica APSA effettuata sulle immagini SAR registrate dai satelliti ERS1 e ERS2 nel periodo 1992-2002 e dal satellite RADARSAT1 nel periodo 2003-2007, in modo da ottenere, per ogni punto, la differenza di quota tra successive acquisizioni per tutto l'intervallo di tempo considerato (1992-2007).

In questo modo è stato possibile ricostruire un modello digitale della quota del terreno per

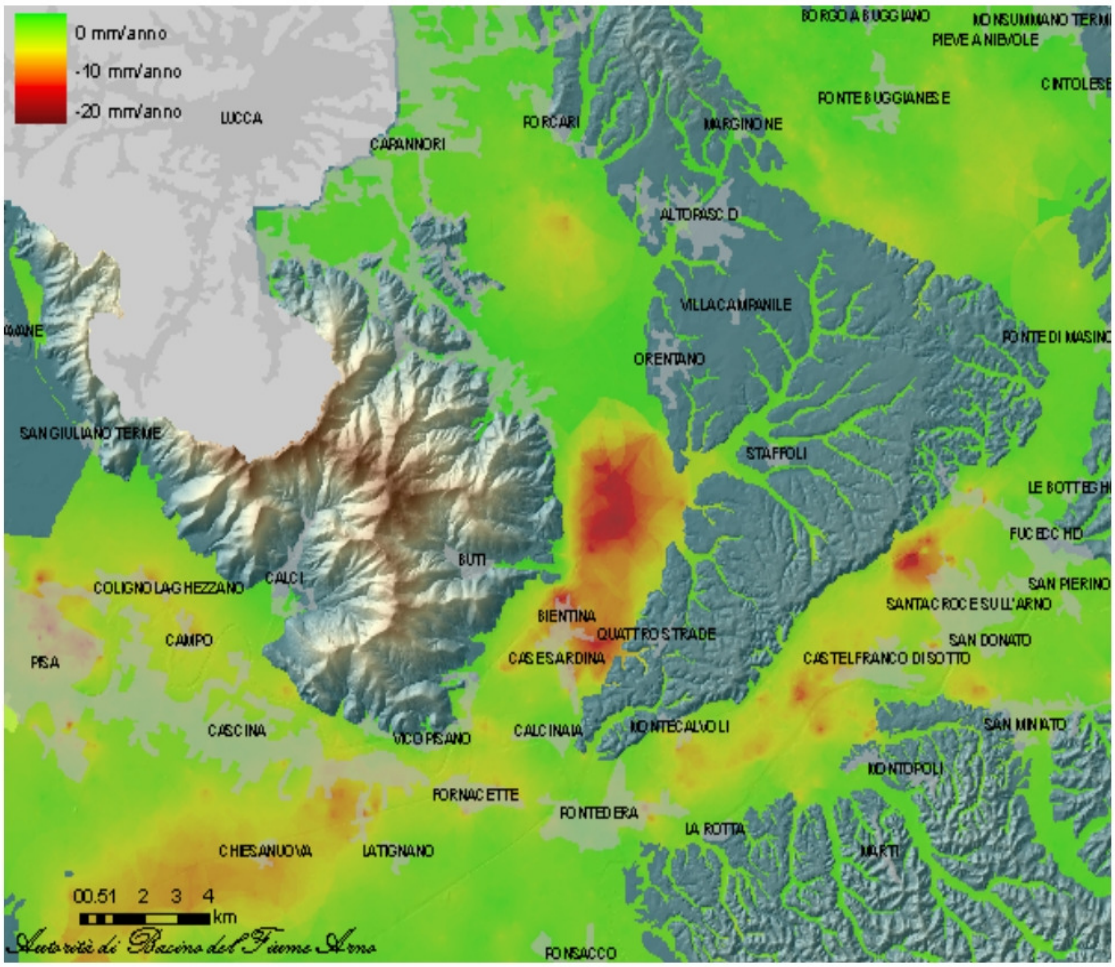




ogni anno della serie storica considerata, in modo da poter valutare nel dettaglio gli abbassamenti annuali del terreno rispetto al 1992.

In Figura viene riportata la rappresentazione tridimensionale di tale modello, amplificato nella visualizzazione, riportante gli abbassamenti del terreno registrati a gennaio 2007 rispetto al maggio 1992. Nella stessa figura viene inoltre riportato il grafico dell'andamento della subsidenza nel tempo, registrato lungo la sezione AB, prendendo come riferimento una data di acquisizione dell'immagine SAR per ogni anno della serie storica considerata, in modo da poter evidenziare eventuali variazioni spaziali e temporali del tasso di subsidenza.

Come evidenziato nella figura che segue, i tassi di subsidenza individuati nel Padule di Bientina sono mediamente compresi tra 5 e 10mm/anno, arrivando in alcuni punti, esterni al comune di Castelfranco, a 15 mm/anno.
Nella zona di fondovalle del Fiume Arno, si rilevano tassi minori, compresi entro i 5 mm/anno ed il minimo di 10 mm/anno è posizionato tra il Comune di Castelfranco e quello di Santa Croce immediatamente a Sud del Canale Usciana.



Bacino del fiume Arno, piana di Bientina - valutazione delle deformazioni verticali

7 - TAVOLA D - CARTA DELL'ACCLIVITA

Si è ritenuto opportuno suddividere il territorio comunale di Castelfranco di Sotto nelle seguenti classi di acclività:

CLASSE 1	p < 15%	p < 8.5°
CLASSE 2	15% < p < 25%	8.5° < p < 14°
CLASSE 3	25% < p < 50%	14° < p < 26,5°
CLASSE 4	50% < p < 75%	26.5° < p < 37°
CLASSE 5	75% < p	37° < p

Il D.T.M. su cui sono state elaborate le classi di pendenza e stato realizzato utilizzando le curve di livello ed i punti quotati della C.T.R. In scala 1:2.000 dove disponibile, per il resto del territorio sono state utilizzate le isoipse ed i punti quotati della C.T.R. In scala 1:5.000 messi a disposizione dall'Ufficio SITI della Provincia di Pisa.
Le classi di pendenze distinguono i territorio pianeggianti, con pendenze minori del 15% dai versanti collinari con pendenze maggiori. All'interno delle classi a maggior pendenza abbiamo poi segnalato la soglia del 50% che riteniamo critica per i sabbiosi e conglomeratici e quella del 25% critica per i terreni a prevalenza argillosa.

8 – TAVOLA E - CARTA IDROGEOLOGICA E DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Nella Tavola E è stato riportato l'assetto del reticolo idrografico del territorio comunale nel quale sono stati distinti: canalette campestri, capofossi, fossi principali, corsi d'acqua minori e corsi d'acqua principali, tratti tombati, ingressi in fognatura, zone con difficoltà di drenaggio, laghi.

I corsi d'acqua che risultano compresi nell'Allegato n°4 del PIT "*Corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico"* sono riportati nella successiva tabella con i rispettivi codici.

NOME CORSO D'ACQUA	*CODICE*
FIUMEARNO	PI707
RIO DEL CAMELLAIO O DELLE TRE FONTINE	PI2036
RIO LISCHETO E SAMMARTINO	PI2183
FOSSA NAVARECCIA	PI785
RIO PONTICELLI E RIO DELLE LAME A LUCCA	PI2279
RIO RIMORO	PI2314
FIUME SERREZZA NUOVA, C ALTOPASCIO, C. EMISSARIO	PI785A
CANALE USCIANA	PI2482C
ANTIFOSSO USCIANA	PI842

L'osservazione della cartografia offre una spedita visione ed una facile lettura delle caratteristiche della rete idrografica del territorio comunale.

Nella stessa cartografia è stata riportata l'ubicazione dei pozzi artesiani censiti nel territorio comunale. Le stratigrafie dei pozzi sono riportate nell'Allegato 5*: " Stratigrafie pozzi artesiani".*
I pozzi artesiani ad uso idropotabile della rete acquedottistica di Castelfranco, ubicati subito a Nord di Orentano, garantiscono l'approvvigionamento idropotabile di un'ampia zona intercomunale.
L'approvvigionamento idrico per uso industriale e subordinatamente agricolo è garantito, all'interno della porzione di pianura alluvionale del Fiume Arno da pozzi privati profondi anche oltre 300 metri.
Il sottosuolo della pianura alluvionale su cui sorge l'abitato di Castelfranco e l'adiacente zona industriale è sede di un sistema acquifero multifalda costituito da alternanze di orizzonti sabbioso-ghiaiosi di spessore variabile, separati da livelli pressoché impermeabili con buona continuità laterale. Schematicamente l'acquifero multifalda risulta costituito da: un acquifero freatico individuato a partire dal piano di campagna fino ad una profondità di circa 15/25 metri, e più acquiferi confinati posti a diverse profondità tra 30 e 100 metri. Le perforazioni profonde più recenti hanno messo in evidenza la presenza di ulteriori acquiferi fino a di circa 350 metri.

La presenza di numerose industrie, presenti nel comune di Castelfranco, ma sopratutto nel Comune di Santa Croce, che attingono in grande quantità acque dagli acquiferi profondi, ha determinato negli anni passati un netto deficit piezometrico, monitorato nel tempo nella zona del Comune di Santa Croce che si è dotato di una rete di controllo.

La situazione piezometrica negativa è da mettersi in relazione con un "surplus" di emungimenti in atto sugli acquiferi artesiani più superficiali non bilanciati da una adeguata ricarica idrica e quindi con un graduale impoverimento delle falde acquifere citate; l'evoluzione di questo trend può aver indotto anche i lievi fenomeni di subsidenza rilevati dall'Autorità di Bacino. Gli acquiferi più profondi risulta invece caratterizzati da una piezometria ancora positiva (livelli piezometrici al di sopra del livello medio mare) probabilmente a seguito della presenza in profondità di più di un orizzonte acquifero soggetto ad emungimento e della scarsità di sfruttamento dato l'esiguo numero di pozzi profondi esistenti. Sulla base degli studi realizzati dal Comune di Santa Croce, il deficit piezometrico è valutabile in circa 20,0 metri in condizioni pseudodinamiche (pompaggio interrotto sul pozzo utilizzato per la lettura piezometrica con i pozzi al contorno in funzione) ed in circa 5,0 metri in condizioni statiche (pompaggio interrotto su tutti i pozzi per uso industriale in concomitanza con la chiusura estiva del mese di Agosto).

Nella carta idrogeologica abbiamo inoltre riportato le perimetrazioni redatte dall'Autorità di bacino del Fiume Arno negli studi di "Bilancio Idrico". In tali studi il territorio è stato suddiviso in acquiferi ed all'interno di ciascun acquifero sono state individuate aree omogenee per disponibilità residua, cui è attribuita una classe di disponibilità, (Tavole C del Piano di Bilancio Idrico PAI Arno - "*Zonazione delle aree a diversa disponibilità di acque sotterranee degli acquiferi di pianura")*, secondo la seguente ripartizione:

- Aree a disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica (D4), in cui il disavanzo relativo fra la ricarica media su unità di superficie e i prelievi risulta molto elevato;
- Aree a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica (D3), in cui il disavanzo relativo fra la ricarica media su unità di superficie e i prelievi risulta elevato;
- Aree a disponibilità prossima alla capacità di ricarica (D2), in cui la ricarica media su unità di superficie è congruente con i prelievi in atto;
- Aree ad elevata disponibilità (D1), in cui la ricarica media su unità di superficie è superiore ai prelievi in atto.

Sempre dagli stessi studi (Tavola B del Piano di Bilancio Idrico PAI Arno - "*Corpi idrici sotterranei a bilancio negativo e area di ricarica delle Cerbaie")* abbiamo estratto l'areale indicato come "Area di ricarica degli acquiferi", corrispondente all''altopiano delle Cerbaie.
Occorre inoltre ricordare che, nelle misure di Piano, l'acquifero di Bientina e l'acquifero della Piana di Lucca sono indicati come acquiferi a grave deficit di bilancio.

9 – TAVOLA F - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R/2011 E DEL P.A.I. BACINO ARNO

Componendo tra loro, in modo ragionato, gli aspetti geologici, litotecnici, morfologici e geomorfologici, si è proceduto alla stesura delle carte di Pericolosità Geologica sulla base dei criteri dettati dal D.P.G.R. n°53/R e dalle Norme del PAI Bacino Arno. Per facilitare la visione d'insieme delle problematiche, abbiamo rappresentato su un'unica carta le pericolosità geologiche secondo il DPGR 53/R e le perimetrazioni indicanti le situazioni di fragilità geomorfologica individuate ai sensi del P.A.I. Bacino Arno.
Nelle legende riportate di seguito e nelle carte di pericolosità abbiamo escluso le parti relative alle aree interessate da soliflussi, a quelle interessate da intensi fenomeni di erosione ed alla presenza di corpi detritici in quanto non ne è stata rilevata la presenza nel territorio comunale.
Dalla lettura delle carte si evince che relativamente alle classe di **pericolosità molto elevata**, le perimetrazioni redatte ai sensi del DPGR 53/R e quelle redatte ai sensi del PAI ARNO, in riferimento ai fenomeni di versante, coincidono perfettamente per cui si ha: PF4*PAI ARNO*=G4*DPGR 53/R*: *aree in cui sono presenti fenomeni attivi* (riconducibili nel territorio comunale solo a fenomeni di frana) *e relative aree di influenza*.

Relativamente alle classi di **pericolosità elevata**, gli areali individuati ai sensi delle due normative si differenziano in quanto l'Autorità di Bacino Arno inserisce nella classe PF3 solo le *"aree in frana quiescente e il loro intorno"* mentre il DPGR 53/R classifica all'interno della classe G3 le "*aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti* (non comprendendo le aree di influenza)*; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%".*
Nella pratica, analizzando le normative sulla base dei fenomeni riscontrati sul territorio si ha che la classe G3*DPGR 53/R* appare più estesa rispetto alla classe PF3*PAI ARNO.*

Anche gli areali individuati per la classe di **pericolosità media** si differenziano in quanto l'Autorità di Bacino Arno inserisce nella classe PF2 solo le *"aree in frana stabilizzata"* mentre il DPGR 53/R classifica all'interno della classe G2 le "*aree in cui sono presenti fenomeni inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.*
Analizzando le normative sulla base dei fenomeni riscontrati sul territorio anche in questo caso si ha che la classe G2DPGR 53/R appare più estesa rispetto alla classe PF2PAI ARNO.

Relativamente agli areali individuati per la classe di **pericolosità bassa,** il PAI Arno non contempla questa classe nel livello di dettaglio, per cui in carta abbiamo riportato solo le zone individuate ai sensi del DPGR 53/R che corrispondono alle aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

le perimetrazioni inserite nelle classi di pericolosità del PAI Arno, sono state oggetto di verifica da parte dei tecnici dell'Autorità di Bacino, e costituiscono aggiornamento al quadro conoscitivo del PAI.

La classe **G1***DPGR 53/R,* **pericolosità bassa,** è stata attribuita alle aree della fascia collinare subpianeggianti o con pendenze inferiori al 15% (8.5°), lontane da qualsiasi forma di dissesto.

La classe **G2***DPGR 53/R,* ***pericolosità media,*** è stata attribuita alle zone collinari esenti da dissesti e con pendenze comprese tra 15 e 50% (tra 8.5 e 26.5°). La soglia di pendenza pari a 26,5° si ritiene congrua per la stabilità dei terreni affioranti in corrispondenza del terrazzo delle Cerbaie, costituiti da sabbie e conglomerati, debolmente cementati.
Nelle zone di fondovalle, la classe **G2***DPGR 53/R* è stata attribuita alla pianura alluvionale dell'Arno, ed ai fondovalle dei Rii minori che attraversano le colline delle Cerbaie, considerando che dalla valutazione degli elementi geomorfologici qui rilevati quali i paleoalvei, i rilevati, le arginature e dalle variazioni litologiche individuate, risulta una bassa propensione al dissesto.
La classe **G2***DPGR 53/R,* ***pericolosità media****,* non è stata attribuita alle aree in cui sono stati rilevati i due fenomeni di dissesto stabilizzati artificialmente in quanto si è ritenuto che essi rientrassero comunque in zone da considerare fragili.
In particolare la piccola frana presente a monte dei tornanti della Via di Montefalcone, stabilizzata ormai da diversi anni mediante la messa in posto di gabbionate in pietrame, è stata comunque considerata all'interno della classe G3, per la complessiva elevata acclività dei luoghi. L'altra frana stabilizzata, cartografata in località la Tomba non è stata inserita in questa classe in quanto rientra all'interno dell'area di influenza della frana di crollo-scorrimento attiva presente subito a monte.

La classe **G3***DPGR 53/R,* ***pericolosità elevata***, coincidente con la classe **PF3***PAI ARNO* è stata attribuita alle frane quiescenti ed alle loro aree di influenza.
Esternamente a tali aree, la classe **G3***DPGR 53/R,* ***pericolosità elevata***, è stata attribuita alle aree della fascia collinare con pendenze medie maggiori del 50% (*indizi di instabilità connessi all'acclività*). In tale classe sono state inserite anche aree a minor pendenza, quando il contesto generale pur indicando una situazione morfologica stabile, ha evidenziato condizioni con predisposizione al dissesto quali ad esempio i versanti con andamento concavo.
La classe G3*DPGR 53/R* è stata attribuita anche alle zone nelle quali è stata individuata la presenza di riporti (*indizi di instabilità connessi alla litologia e/o processi di degrado di carattere antropico*), alle zone di fondovalle del Padule di Bientina e di parte del Rio di Ponticelli (*terreni con scadenti caratteristiche geotecniche*), ed infine alle due piccole zone, marginali al territorio comunale, nelle quali la subsidenza, così come rilevata dagli Studi redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, fa registrare tassi medi di abbassamento del suolo superiori a 10 mm/anno. Infine la classe G3*DPGR 53/R* è stata attribuita alla zona golenale del fiume Arno.

La classe **G4***DPGR 53/R,* ***pericolosità molto elevata***, che come abbiamo scritto relativamente ai fenomeni di versante è coincidente con la classe **PF4***PAI ARNO*, è stata attribuita alle frane attive ed alle relative aree di influenza. In tale classe ricadono sette areali. Quattro di questi, non sono da considerarsi a rischio molto elevato in quanto si trovano all'interno di terreni agricolo-boscati e la loro evoluzione non arriverà ad interessare alcuna infrastruttura di interesse pubblico. Queste sono: la frana di

scorrimento attiva che si sviluppa ad Ovest dei tornanti della Via di Montefalcone, impostata all'interno di un piccolo impluvio, le due frane ubicate subito a destra dei tornanti della Via di Montefalcone e la frana di crollo ubicata ad est di Località la Tomba. La grande frana attiva cartografata in località la Tomba è invece da considerarsi a rischio molto elevato in quanto il ciglio superiore lambisce già la Via di Poggio Adorno che potrà arrivare ad essere coinvolta in un possibile evoluzione del fenomeno. Inoltre a monte della Via di Poggio Adorno è presente un fabbricato privato ed il cimitero del nucleo abitativo di Montefalcone. Subito ad est di questa frana, ne abbiamo segnalata un'altra di modeste dimensioni, che si sviluppa subito a monte di una casa colonica abbandonata, che si è attivata nell'inverno del 2013.
Infine, la piccola frana attiva che si sviluppa al margine della Via di Montefalcone superiormente ai tornanti è da considerarsi a rischio molto elevato in quanto pur essendo di limitate dimensioni, si sviluppa al margine della viabilità ed ha già creato disagi di recente, successivamente ad una sua riattivazione nel febbraio 2013.
Nelle zone di fondovalle la classe G4*DPGR 53/R,* è stata attribuita ai corsi d'acqua, ai laghi ed alla estesa zona palustre presente nel tratto più a Nord del Padule di Bientina.

10 – TAVOLA G - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R/2011

Il D.P.G.R. 53/r stabilisce, per la valutazione della fragilità idraulica del territorio, due diversi approcci:

- *su base morfologica e storica* per le porzioni di territorio al di fuori delle unità territoriali organiche elementari (U.T.O.E.) potenzialmente interessate da previsioni insediative ed infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino ed in assenza di studi idrologici e idraulici;
- *a partire da verifiche idrologico-idrauliche* per le porzioni di territorio ricadenti all'interno delle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative ed infrastrutturali, e per quelle riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino.

10.1 - Attribuzione delle classi di pericolosità idraulica

Nello specifico, la porzione di territorio potenzialmente interessata da previsioni insediative, corrispondente al fondovalle del territorio comunale compreso tra il Fiume Arno e l'Antifosso di Usciana è stata analizzata secondo i criteri di pericolosità del D.P.G.R. 53/r. a partire dai dati contenuti nel PAI dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, riferiti a studi idraulici e restituiti nel livello di dettaglio in scala 1:10.000.
La porzione di Fondovalle del Padule di Bientina, compresa tra il confine comunale ad ovest, i rilievi collinari delle Cerbaie ad Est, Il Fosso di Confine a Sud e l'argine meridionale del Rio Ciani a nord, è stata esaminata sulla base di specifici studi idraulici condotti in questa sede.
Anche le porzioni del Rio Ghiandone e del Rio Rimoro che ricadono all'interno del territorio comunale di Castelfranco, comprese in parte all'interno dell'UTOE dell'abitato di Galleno, sono state oggetto di specifici studi idraulici condotti in questa sede.
Per la trattazione completa di tali studi si rimanda agli allegati dello studio idraulico redatti dall'Ing. Nicola Croce.

Per le suddette porzioni di fondovalle, gli ambiti territoriali interessati da allagamenti sono stati definiti sulla base dei tempi di ricorrenza riferiti a TR<30anni e 30<TR<200anni.

Dette porzioni di territorio sono state così classificate:

I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata: aree suscettibili da allagamenti per eventi con Tr<30 anni.
I.3 - Pericolosità idraulica elevata: aree fragili per eventi di esondazione compresi tra 30<Tr<200 anni.
I.2 - Pericolosità idraulica media: aree della pianura alluvionale esterne alle zone giudicate fragili per episodi di esondazione con 200<Tr<500 anni.
I.1 - Pericolosità idraulica bassa: aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Relativamente ai battenti attesi nelle suddette zone, le cui pericolosità derivano da studi idrologici di dettaglio, si rimanda ai tiranti idrici definiti dal PAI Bacino Arno, per quanto riguarda la zona di fondovalle del Fiume Arno, e agli studi redatti dall'Ing. Croce a supporto della presente variante,per le aree studiate del Padule del Bientina ed dei Rii Rimoro e Ghiandone.

Per il resto del territorio comunale, essendo questo stesso al di fuori delle unità territoriali organiche elementari (U.T.O.E.) potenzialmente interessate da previsioni insediative ed infrastrutturali, sono stati adottati criteri morfologici e storici. In particolare sono stati inseriti in:

I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata: le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:
a) vi sono notizie storiche di inondazioni
b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

I.3 - Pericolosità idraulica elevata: le aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:
a) vi sono notizie storiche di inondazioni
b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

I.2 - Pericolosità idraulica media: le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

I.1 - Pericolosità idraulica bassa: aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

11 – TAVOLA H - CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA AI SENSI DEL L'ART.20 DEL P.T.C. E DEL D.P.G.R. 53/R/2011 E CARTA DELLA ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO IN BASE AGLI ARTICOLI DEL PROGETTO DI PIANO DI BACINO – STRALCIO "BILANCIO IDRICO"

Nella stesura della carta delle problematiche idrogeologiche, abbiamo tenuto conto di quanto riportato nell'Allegato A paragrafo B.6 del D.P.G.R. 53/R/2011, utilizzando i dati presenti nel Piano di Bilancio Idrico del PAI Arno, quelli riportati nella carta delle Vulnerabilità Idrogeologica del P.T.C. Della Provincia di Pisa e quelli derivati dal presente studio.
In sintesi, la carta redatta affronta ed evidenzia sia le criticità degli acquiferi dovute essenzialmente ad azioni antropiche quali i prelievi da pozzi (Tav H3) e sia la vulnerabilità degli acquiferi in funzione del grado di protezione da eventuali elementi inquinanti (Tavv. H1, H2).

Il primo aspetto, relativo alle situazioni di criticità degli acquiferi (Tav H3), è espresso dall'equazione di continuità dei volumi entranti, uscenti ed invasati per un dato bacino superficiale e idrogeologico, al netto delle risorse necessarie per la conservazione degli ecosistemi acquatici e dei fabbisogni per i diversi usi.
Il bilancio idrico, derivando dal bilancio idrologico, è strutturato su una base di dati naturali a cui sono stati aggiunti i dati derivanti dagli usi antropici. All'interno del bilancio è contenuta inoltre una componente di natura vincolistica, destinata alla tutela ambientale delle acque superficiali, il deflusso minimo vitale (dmv), ossia quella portata che deve essere mantenuta in tratti omogenei del corso d'acqua al fine di garantire il mantenimento delle biocenosi tipiche locali e la salvaguardia dell'equilibrio morfologico e delle caratteristiche fisico chimiche delle acque.

Il bilancio fa riferimento alle norme del Piano di bilancio idrico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Con tali norme, l'autorità di Bacino ha voluto fornire gli strumenti per la regolazione amministrativa dei prelievi, sia superficiali che sotterranei.
La carta riportata in Tavola H3 riporta la zonizzazione del territorio comunale sulla base degli Articoli delle misure del Piano di Bilancio idrico. Nei paragrafi relativi alle condizioni di fattibilità riportiamo un estratto di tali articoli, mentre la versione integrale delle misure di bilancio è reperibile sul sito dell'Autorità di Bacino alla pagina *http://www.adbarno.it/cont/testo.php?id=98.*

Il secondo aspetto (Tavv. H1, H2), relativo alla vulnerabilità degli acquiferi, è stato discriminato seguendo i criteri indicati nell'Art. 20 delle Norme del P.T.C. Della Provincia di Pisa, tenendo conto oltre che della litologia e della granulometria dei livelli più superficiali, della pendenza del versante e della presenza o meno di acquiferi significativi.
Sulla base di tali elementi si è proceduto ad una stima dei possibili tempi di arrivo in falda di eventuali agenti inquinanti sversati in superficie o immessi direttamente nel sottosuolo.
Si è tenuto conto anche di un altro importante fattore e cioè dell'ubicazione dei pozzi ad uso prevalentemente domestico (che attingono per lo più nella falda freatica superficiale),

di quelli ad uso idropotabile oltre che di quelli ad uso industriale o finalizzati ad attività industriali.

Le **classi 1** (**Vulnerabilità irrilevante) e 2 (Vulnerabilità bassa)** nella quale ricadrebbero le aree in cui la risorsa idrica considerata non é presente essendo i terreni privi di circolazione idrica sotterranea, o essendo la risorsa idrica apparentemente non vulnerabile, non sono state attribuite ad alcun areale del territorio di Castelfranco.

La **Classe 3a (Vulnerabilità medio-bassa)** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia. In essa ricadono in generale, le aree collinari del territorio comunale, nelle quali affiorano i depositi terrazzati delle "cerbaie" caratterizzati da terreni a media permeabilità, nei quali comunque la falda freatica produttiva superficiale si attesta sempre diversi metri al di sotto del piano campagna.

La **Classe 3b (Vulnerabilità Medio-alta)** è attribuita ad aree in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre: in essa ricade tutta l'area di fondovalle del Fiume Arno, e dei fondovalli minori del territorio comunale nei quali affiorano depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene-attuale) e le piccole fasce di territorio nelle quali affiorano i depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore - Olocene)

La classe **4a (Vulnerabilità elevata)** prevede situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente causato dalla vicinanza con i corpi idrici. In essa ricadono la fascia golenale del Fiume Arno, la porzione di territorio al margine del Canale Usciana dell'Antifosso e del Collettore e una gran parte del Padule di Bientina compresa anche la parte del Fondovalle del Rio di Ponticelli, nella porzione dove nel catasto Leopoldino è ancora indicata la presenza di un lago.

Infine, la classe **4b (Vulnerabilità elevata)** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata é esposta. In essa ricadono le zone di alveo, i laghi presenti sul territorio comunale e la parte Nord del Padule di Bientina nella quale si è instaurato un ambiente di torbiera palustre dovuto alla presenza di falda freatica subaffiorante per gran parte dell'anno.

12 – TAVOLA I - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 ha suddiviso il territorio nazionale in relazione ai valori di accelerazione di picco, in 4 zone sismiche (ex categorie). Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione massima al suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Il Comune di Castelfranco di Sotto rientra in zona 2.
La Giunta Regionale Toscana, affinando i criteri analitici dell'Ordinanza 3274, con sua Delibera n° 431 del 19/6/2006, ha adottato un'ulteriore classificazione sismica del territorio regionale inserendo il Comune di Castelfranco di Sotto in zona 3s.
Le normative suddette prevedono la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio (S) calcolate nei primi 30 metri di terreno (Vs30).

La Giunta Regionale Toscana ha inoltre redatto una normativa per definire la metodologia da mettere in atto in sede di pianificazione urbanistica per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico.

In tale normativa viene richiesto di realizzare la carta delle *microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* secondo le specifiche tecniche definite negli ICMS (indirizzi e criteri per la microzonazione sismica) redatte dal dipartimento della Protezione civile e nelle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010 (allegato A).

Gli studi di microzonazione sismica devono individuare le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, sono individuati tre livelli di approfondimento con complessità ed impegno crescente.
In sede di pianificazione territoriale viene richiesto di eseguire almeno gli studi di livello 1, che sono propedeutici ai successivi, e che consistono in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale livello è finalizzato alla realizzazione della carta delle "Microzone Omogenee in prospettiva sismica" (MOPS). Questo elaborato individua le microzone dove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dei dati derivati da indagini sismiche, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica.
Nello specifico la normativa richiede, a supporto della stesura della carta di primo livello, di individuare le:

- *zone nelle quali non sono previste significative modifiche dello scuotimento che l'evento sismico causerebbe su terreni rigidi e pianeggianti;*
- *zone nelle quali lo scuotimento è amplificato per stratigrafia, topografia e per morfologie sepolte;*
- *zone suscettibili di frane in terreni e in roccia;*

- *zone suscettibili di liquefazioni e/o addensamento;*
- *zone interessate da faglie attive e capaci e/o strutture tettoniche;*
- *zone interessate da cedimenti diffusi e differenziali;*
- *zone di contatto tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti*

Nella carta MOPS abbiamo riportato anche le misure delle frequenze fondamentali dei depositi realizzate a supporto della presente indagine. In totale sono state eseguiti 13 sondaggi tromometrici per la cui taratura sono stati eseguiti 10profili sismici di tipo MASW. Per la lettura completa dei dati si rimanda all'Allegato 7 (Indagine sismica). Qui di seguito riportiamo una tabella esemplificativa delle frequenze riscontrate e dei depositi analizzati.

Sigla	Frequenza	Litologia	UTOE
CF1/TR1	1,06	Depositi alluvionali F. Arno	UTOE Castelfranco Residenziale
CF2/TR1	1,13	Depositi alluvionali F. Arno	UTOE Castelfranco Residenziale
CF3/TR1	1,19	Depositi alluvionali F. Arno	UTOE Castelfranco Produttiva
CF4/TR1	1,25	Depositi alluvionali F. Arno	UTOE Castelfranco Produttiva
CF5/TR1	1,19	Depositi alluvionali F. Arno	UTOE Castelfranco Produttiva
TR1	1,22	Depositi alluvionali F. Arno	Zona agricola
CF6/TR1	Non rilevata	Depositi alluvionali F. Arno Piede versante Montefalcone	Zona agricola
TR2	9	Terrazzo delle Cerbaie versante Montefalcone	Zona agricola
TR3	6,22	Terrazzo delle Cerbaie cima versante Montefalcone	Zona agricola
CF7/TR1	3	Terrazzo delle Cerbaie	UTOE Galleno
CF8/TR1	Non rilevata	Terrazzo delle Cerbaie	UTOE Chimenti
CF9/TR1	2,4	Terrazzo delle Cerbaie	UTOE Villa Campanile
CF10/TR1	3,75	Terrazzo delle Cerbaie	UTOE Orentano

12.1 - PROCEDURA DI REALIZZAZIONE DELLA CARTA MOPS

Seguendo le direttive degli ICMS, l'individuazione delle *microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* è stata effettuata a partire dalla banca dati stratigrafica e

sismica realizzata nell'ambito del presente studio, dagli studi geologici effettuati, nonché dalla cartografia tecnica (CTR) di maggior dettaglio. Le varie *microzone*, più o meno suscettibili di amplificazione, sono state definite sia arealmente, tenendo conto anche delle caratteristiche geomorfologiche locali (frane, zone acclivi etc.), sia in profondità, identificando una serie di "stratigrafie tipo" rappresentative delle caratteristiche stratigrafiche di ogni zona.
A partire dalla carta MOPS è stata poi realizzata, seguendo i criteri del D.P.G.R. 53/R/2011, la *carta della pericolosità sismica locale*.

La cartografia MOPS realizzata è stata inoltre valutata mediante la procedura semiquantitativa codificata negli ICMS e nell'allegato A di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.
La procedura permette di stimare l'attendibilità delle carte attraverso un Fattore di Qualità espresso in percentuale, funzione sia della concentrazione che delle caratteristiche qualitative dei dati geognostici e sismici di base.

In sintesi le varie fasi di realizzazione della cartografia di pericolosità sismica si sono articolate come segue:

- delimitazione delle 3 aree di studio all'interno delle quali definire le zone MOPS e successivamente la carta di pericolosità sismica (vedasi paragrafo 12.2);
- definizione delle zone MOPS sulla base dei fenomeni geomorfologici rilevati, delle velocità sismiche, delle frequenze di fondamentali di sito, e delle successioni stratigrafiche e realizzazione delle rispettive "colonne stratigrafiche tipo" (vedasi paragrafo 12.3, 12.4,12.5);
- classificazione della qualità della carta MOPS (vedasi paragrafo 12.6);
- realizzazione della *carta di pericolosità sismica locale* a partire dalla carta MOPS (vedasi capitolo 13).

12.2 – INDIVIDUAZIONE DELL'AREALE DI STUDIO

Come dettagliato nel D.P.G.R. 53/R, lo studio MOPS, deve essere realizzato in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il comune di concerto con la struttura regionale competente, individua secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B1.2 delle istruzioni del programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS.
Sulla base di ciò sono stati definiti i tre areali rappresentati nella carta MOPS. In particolare è stata esclusa la piccola porzione dell'abitato di Staffoli ricadente nel comune di Castelfranco, mentre è stato inserito nello studio il versante di Montefalcone che sebbene non sia inserito in alcuna UTOE, rappresenta il margine Nord del Fondovalle del Fiume Arno in corrispondenza del quale è ubicato il capoluogo e la Zona Industriale.
Nel complesso le aree individuate sono le seguenti:

- 1: comprendente le UTOE di Orentano, Villa Campanile, e Chimenti sia residenziale che produttiva,

- 2: coincidente con l'UTOE Galleno,
- 3: compredente l'intera area alluvionale dell'Arno ed il margine collinare delle Cerbaie – UTOE Castelfranco residenziale e produttiva.

Successivamente, ai sensi degli ICMS, abbiamo suddiviso l'areale analizzato in
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
Zone suscettibili di instabilità
individuando in cartografia anche le forme di superficie che possono produrre fenomeni di amplificazione topografica.
Non è stata indicata la presenza di zone stabili in quantonel comune di castelfranco non affiora mai il substrato geologico (caratterizzato da Vs>800 m/s)

12.3 – ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI E DESCRIZIONE DELLE COLONNE STRATIGRAFICHE "TIPO"

In queste zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.

Dopo aver analizzato le indagini geognostiche presenti in banca dati, ed integrando le stesse con i dati derivati dalle perforazioni profonde e dalle indagini simiche è stato possibile definire alcune colonne stratigrafiche rappresentative dell'areale investigato. Le litologie rappresentate sono ricondotte a 8 litotipi principali indicati con le lettere da A ad H come indicato nella Tavola I3.
Le colonne stratigrafiche tipo mostrano una successione di terreni semplificata, rappresentativa di una vasta area e quindi, per sua natura, non rappresentativa di un sito specifico.
Per la realizzazione delle colonne, hanno rappresentato una importante risorsa le stratigrafie delle perforazioni a distruzione di nucleo (per lo più dati ISPRA) che, oltre ad essere ben diffuse sul territorio, raggiungono profondità significative dal punto di vista sismico e forniscono di per sé una informazione semplificata della stratigrafia del sito. I log dei pozzi hanno rappresentato quindi il punto di partenza per la stesura delle colonne stratigrafiche, che sono state poi riviste in funzione delle numerose penetrometrie delle indagini sismiche a disposizione.

Le "stratigrafie tipo" rappresentative delle zone MOPS, sono descrivibili come segue:

ZONA 1 - ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA MONTEFALCONE

Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio "Terrazzo delle Cerbaie", depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci nei termini delle sabbie e argille di Marginone-Mastromarco e dei livelli conglomeratici.
La stratigrafia è stata definita sino a 70m dal p.c. ed è stata definita a partire dalla stratigrafia del pozzo n.2738 del database della Provincia di Pisa. Questa colonna

stratigrafica è rappresentativa della zona di Montefalcone. La successione inizia con un primo livello coesivo moderatamente consistente di circa 8m di spessore che talvolta può non essere presente lasciando affiorare l'orizzonte sottostante. Seguono argille limose compatte con lenti ghiaiose che, per loro natura, possono localmente essere più francamente granulari. Stando ai risultati dell'indagine sismica Tr3 la velocità di propagazione delle onde di taglio per il primo orizzonte è riconducibile a Vs=220m/s. La velocità sismica sale sensibilmente in corrispondenza del secondo livello portandosi a circa 470m/s. Da 14 a 37m dal p.c. si ritrovano argille consistenti che poggiano in disconformità su una bancata di argille ghiaiose consistenti.
Queste ultime presentano alcune importanti intercalazioni di ghiaie granulosostenute con spessore di alcuni metri ma con scarsa continuità laterale. Sulla base dei dati della tromometria Tr3 la velocità sismica di questo litotipo è maggiore di 600m/s.

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.
Avendo constatato la presenza di livelli granulari nei primi 15m di terreno, è stata effettuata una analisi di suscettibilità a liquefazione sfruttando i dati disponibili in banca dati. Sono state effettuate analisi attraverso due metodologie semplificate (Robertson & Wride 1997; Andrus & Stokoe 1998) ipotizzando un intervento in Classe d'Uso 2 in un suolo in categoria sismica B (ai sensi delle N.T.C.), partendo dalla penetrometria di riferimento n.3638 e dalla indagine sismica Tr3. I risultati dell'analisi, riportati in Allegato 6, hanno mostrato per entrambe le metodologie l'assenza di suscettibilità alla liquefazione con fattori di sicurezza superiori a 2. Tale risultato ha tuttavia significato orientativo e non assoluto in quanto dipendente, ovviamente, dalle situazioni locali (classe d'uso intervento, effettiva stratigrafia di dettaglio del sito etc.).

ZONA 2 - ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA MONTEFALCONE
Sabbie di Marginone-Mastromarco affioranti al piede del versante di Montefalcone-Poggio Adorno.
La stratigrafia in oggetto è stata definita sino a circa 60m dal p.c. sulla base delle poche indagini che attraversano la zona in esame e degli estesi affioramenti presenti. Quasi tutta la colonna stratigrafica è rappresentata da sabbie limose e limi sabbiosi che, come osservato in affioramento, presentano elevata continuità laterale e buona consistenza. Sulla base della indagine Tromometrica Tr2 si constata che il potente livello limo-sabbioso è caratterizzato da velocità sismiche progressivamente crescenti con la profondità, sino a 670 m/s. A circa 52m dal p.c. si è dedotta la presenza di un livello di argille con lenti di ghiaie e sabbie la cui presenza non è tuttavia certa.

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.
Data l'assenza di indagini in questa zona non è stato possibile effettuare una specifica analisi con metodologie semplificate. Dalla classificazione qualitativa riportata nelle prime pagine dell'Appendice 6 (metodi Empirici), si desume una bassa suscettibilità alla liquefazione, dato il buon drenaggio delle acque di infiltrazione e quindi l'assenza di una falda stabile.

ZONA 3 - ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA ORENTANO, VILLA CAMPANILE, CHIMENTI, GALLENO

Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio "Terrazzo delle Cerbaie"; per questa zona, che rappresenta la stratigrafia tipo del terrazzo delle cerbaie sono state individuate tre colonne stratigrafiche tipo:

Zona 3a – Orentano: è stata definita sino a -52m dal p.c. ed è stata ricostruita a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 192157. Questa colonna stratigrafica è rappresentativa dell'area circostante Orentano. La successione inizia con argille limose compatte con lenti ghiaiose che migrano verso il basso, al di sotto di 12m dal p.c., ad argille compatte. Questi primi orizzonti sono caratterizzati da velocità sismiche comprese tra 220<Vs<300m/s. Da 18 a 43m dal p.c. si ritrovano argille con lenti di ghiaie e sabbie che poggiano in disconformità (secondo i dati della stratigrafia 154299 attribuibile al tetto del villafranchiano) su una bancata di ghiaie granulo sostenute con spessore di circa 2 metri. Al di sotto si hanno argille compatte caratterizzate da velocità sismiche comprese tra 580<Vs*<650m/s.*

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.

Avendo rilevato la presenza di livelli granulari nei primi 15m di terreno, è stata effettuata una analisi di suscettibilità a liquefazione sfruttando i dati disponibili in banca dati. Sono state effettuate analisi attraverso due metodologie semplificate (Robertson & Wride 1997; Andrus & Stokoe 1998) ipotizzando un intervento in Classe d'Uso 2 in un suolo in categoria sismica B (ai sensi delle N.T.C.), partendo dalla penetrometria di riferimento n.15 e dalla indagine sismica CF10. I risultati dell'analisi, riportati in Allegato 6, hanno mostrato per entrambe le metodologie l'assenza di suscettibilità alla liquefazione con fattori di sicurezza superiori a 2. Tale risultato ha tuttavia significato orientativo e non assoluto in quanto dipendente dalle situazioni locali (classe d'uso intervento, effettiva stratigrafia di dettaglio del sito etc.).

Zona 3b – Villa Campanile: è stata definita sino a -50m dal p.c. ed è stata ricostruita a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 192164. Il profilo stratigrafico realizzato è rappresentativo dell'area di Villa Campanile e risulta tuttavia molto simile a quello dell'adiacente area di Orentano. Dopo un livello superficiale di circa 3m di spessore caratterizzato da argille limose, si passa ad uno spesso strato di argille compatte con ghiaie (queste ultime diffuse o in lenti all'interno dell'argilla) con velocità sismiche comprese tra 210<Vs<490m/s (MASW CF9). Questo strato si interrompe alla quota di 37m dal p.c. dove si passa a ghiaie pulite. Questo contatto è stato indicato come la disconformità Pleistocene/Villafranchiano. Infine, da 45m a 50m dal p.c. si ritrovano argille compatte.

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.

Per quanto riguarda l'analisi della suscettibilità a liquefazione della zona 3b, non sussistendo particolari differenze nei depositi superficiali, valgono le considerazioni e le verifiche effettuate per la zona 3a (riguardanti l'area di Orentano).

Zona 3c – Chimenti/Galleno: è stata estesa sino a -73m dal p.c. a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 193345. La colonna stratigrafica in oggetto è rappresentativa degli abitati di Galleno e Chimenti. Dopo un livello di circa 19m di spessore caratterizzato da sabbia con ghiaia passante verso l'alto ad argille sabbiose (trend fining upward), si intercetta un livello di 13m di spessore caratterizzato da argille sabbiose. Al di sotto, nel tratto compreso tra 32 e 36m dal p.c. si ritrova un livello di ghiaie e sabbie il quale, similmente agli orizzonti soprastanti ha velocità sismiche pari a circa Vs=390m/s (MASW CF8). Tra 36 e 42m dal p.c. si trovano argille compatte e la velocità sismica Vs sale a valori di 490m/s.
A 42m dal p.c. è stata posta la disconformità che separa il Pleistocene medio dal sottostante Villafranchiano, in corrispondenza della sommità di un orizzonte granulare (in questo caso sabbie con ghiaie). Da 51m a 73m dal p.c. si hanno argille compatte e la velocità Vs sale a 640m/s; all'interno di queste argille (circa tra 63 e 67m dal p.c.) si ha un livello di ghiaie.

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.
Per quanto riguarda l'analisi della suscettibilità a liquefazione della zona 3c, non sussistendo particolari differenze nei depositi superficiali, valgono le considerazioni e le verifiche effettuate per la zona 3a (riguardanti l'area di Orentano).

ZONA 4 – FONDOVALLE FIUME ARNO - depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente prevalentemente argillosa: è stata estesa sino a -89m dal p.c. ed è stata ricostruita a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 192155. E' rappresentativa dell'area circostante l'abitato di Castelfranco nelle zone in cui nei primi metri dal p.c. Affiorano principalmente terreni coesivi e non si hanno elementi per presupporre la presenza di lenti sabbiose superficiali. Di fatto i primi 30m di terreno appaiono generalmente argilloso-limosi con rara presenza di sottili intercalazioni limo-sabbiose o torbose. La Vs30 è pari a circa 200m/s (Vs compresa tra 185 e 225m/s). La base dei depositi olocenici poco consistenti è stata posta a 29m dal p.c. sulla sommità di un orizzonte ghiaioso di circa 2m di spessore. Da 31 a 85m dal p.c. si hanno depositi prevalentemente coesivi con rare lenti maggiormente sabbiose; questi depositi sono maggiormente consistenti (280<Vs<420) e sono stati attribuiti al Pleistocene. La base di questa sequenza è stata invece collocata in corrispondenza del sottostante livello sabbioso (da 85 a 88m dal p.c.), al di sotto del quale, si stima un progressivo aumento di velocità sismica sino a Vs=600m/s.

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.
I depositi rinvenuti nei primi 15m dal p.c. di questa zona sono coesivi e quindi esterni all'area potenzialmente liquefacibile. A titolo di esempio si possono analizzare le analisi granulometriche effettuate sui campioni del sondaggio geognostico a disposizione n.103 in cui si hanno terreni con percentuale di argilla sempre superiore al 20%; questa caratteristica è sufficiente a scongiurare il rischio di liquefazione ai sensi del punto 7.11.3.4.2.(5) delle N.T.C. ed al punto 2.7.1.1.(5) delle ICMS. La presenza di sottili intercalazioni a maggiore componente sabbiosa può essere inoltre considerata innocua

qualora si verifichi la condizione descritta nel paragrafo 3.1.3.3 (parte III) degli ICMS ovvero: *"L'occorrenza della liquefazione ha effetti in superficie solamente in particolari condizioni. Nel caso di terreno pianeggiante, i danni in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale che non liquefa (H1) è maggiore dello spessore dello strato sottostante che liquefa (H2) ovverosia se H1 > H2".* Sulla base delle indagini geognostiche a disposizione quest'ultima condizione appare verificata, sebbene debba essere accertata intervento per intervento.

ZONA 5 – FONDOVALLE DEL FIUME ARNO - depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente prevalentemente sabbiosa : la colonna tipo si spinge sino a circa 286m dal p.c. ed è stata realizzata a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 154305. E' da considerarsi rappresentativa del territorio alluvionale prossimo all'Arno in cui, sebbene vi siano depositi coesivi in affioramento, è probabile la presenza di lenti sabbiose nei primi 15m di terreni. Il dettaglio dei primi metri dal p.d.c. è stato ricostruito sulla base delle varie indagini geotecniche a disposizione. In particolare è stato definito uno strato di depositi olocenici coesivi avente circa 32m di spessore con velocità di propagazione delle onde S comprese tra 185 e 245m/s (Vs30≈200m/s, MASW CF3). All'interno di questo spessore abbiamo indicato un livello di circa 10m potenzialmente sabbioso. La base dei depositi alluvionali recenti è contrassegnata dalla presenza di un orizzonte ghiaioso di circa 5m di spessore al di sotto del quale si ritrovano depositi dei cicli stratigrafici pleistocenici dell'Arno, presumibilmente estendibili, su base sismica, sino a circa -95m dal p.c.
Questi ultimi appaiono principalmente coesivi, ma con una lente di sabbie tra 62 e 70m dal p.c., con velocità Vs comprese tra 370 a 395m/s. Al di sotto si ha un netto aumento delle velocità Vs, che giungono a velocità fino a Vs=610m/s, in corrispondenza di sabbie limose compatte (da 95 a 130 m dal p.c.) con livelli di ghiaie (da 117 a 122m dal p.c.). Al di sotto si hanno depositi prevalentemente coesivi con orizzonti sabbiosi, di età presumibilmente pliocenica, con un livello di ghiaie tra 267 e 270m dal p.c..

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.
Avendo rilevato la possibilità che vi siano livelli sabbiosi nei primi 15m di terreno dal p.c., è stata effettuata una analisi di suscettibilità a liquefazione sfruttando i dati disponibili in banca dati. Sono state effettuate analisi attraverso due metodologie semplificate (Robertson & Wride 1997; Andrus & Stokoe 1998) ipotizzando un intervento in Classe d'Uso 2 in un suolo in categoria sismica C (ai sensi delle N.T.C.). I risultati dell'analisi, riportati in Allegato 6, hanno mostrato per entrambe le metodologie l'assenza di suscettibilità alla liquefazione con fattori di sicurezza superiori a 1,5. Tale risultato ha tuttavia significato orientativo e non assoluto.

ZONA 6 – FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente prevalentemente argillosa: stratigrafia superficiale incerta per mancanza di dati geognostici.

In questa zona non esistono dati geognostici e perforazioni profonde sufficienti per poter definire una stratigrafia di massima. La colonna rappresentata in tavola I3 deriva unicamente dalla proiezione della Zona 4, ritenuta sufficientemente rappresentativa del sito in esame per quanto concerne gli orizzonti profondi maggiormente continui. In superficie è stata ipotizzata la presenza di una coltre coesiva sulla base delle osservazioni di campagna. In fase di indagini dirette, dovrà essere condotta una campagna geognostica mirata alla ricostruzione della stratigrafia che, se possibile potrà essere ricondotta alle stratigrafie tipo individuate per la Zona 4 e per la Zona 5.

12.4 – ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

In queste zone gli effetti sismici attesi e predominanti sono ricondicibili a deformazioni permanenti del territorio, non escludendo anche la possibilità di fenomeni di amplificazione del moto.
Relativamente al comune di Castelfranco abbiamo individuato cinque categorie di effetti deformativi:

Instabilità di versante (FR)

questa categoria è stata ulteriormente suddivisa in base allo stato di attività del fenomeno in attiva, quiescente ed inattiva identificando anche la tipologia del fenomeno suddivisa in frane per crollo o per ribaltamento.

Liquefazione (Li)

Nel porzione del territorio comunale ricadente nel fondovalle del Fiume Arno, abbiamo individuato , analizzando i risultati delle indagini geognostiche ed i dati delle perforazioni, le zone in cui la prima porzione di sottosuolo è caratterizzata da prevalenza di terreni coesivi (zona 4), e quelle in cui prevalgono terreni granulari (zona 5). All'interno di quest'ultime abbiamo verificato la possibilità di accadimento di fenomeni di liquefazione individuando due areali nei quali la verifica a liquefazione ha dato esiti positivi, anche se solo per limitati spessori di sabbie. Questi due areali, sono stati identificati nella carta MOPS e per essi abbiamo individuato anche la colonna stratigrafica tipo che si spinge fino a 58m dal p.c. ed è stata realizzata a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 192100.
In superficie è stato inserito un livello sabbioso di 17m di spessore in ragione di quanto indicato dalle numerose penetrometrie a disposizione. Questa stratigrafia risulta quindi rappresentativa di quelle aree poste nei pressi di Castelfranco nelle quali il processo di precessione dei meandri dell'Arno ha favorito il depositarsi di depositi sabbiosi in superficie. L'orizzonte ghiaioso che nella nostra ricostruzione definisce il limite inferiore delle alluvioni oloceniche dell'Arno è stato posto a 42m dal p.c.; al di sotto di esso vi sono depositi coesivi maggiormente consistenti.

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.

Avendo rilevato la presenza di un livello sabbioso più o meno potente in superficie è stata effettuata una analisi di suscettibilità a liquefazione sfruttando i dati disponibili in banca dati. Partendo dalla penetrometria di riferimento n.69 e dalla indagine sismica S15, sono state effettuate analisi attraverso due metodologie semplificate (Robertson & Wride 1997; Andrus & Stokoe 1998), ipotizzando un intervento in Classe d'Uso 2 in un suolo in categoria sismica C (ai sensi delle N.T.C.). I risultati dell'analisi, riportati in Allegato 6, hanno mostrato la presenza di depositi potenzialmente suscettibili a liquefazione in una delle due metodologie.
Una analisi di suscettibilità è stata effettuata anche sui terreni delle alluvioni terrazzate che, in affioramento si presentano granulari. Partendo dalla penetrometria dinamica n.119 ed ipotizzando una stratigrafia sulla base della stratigrafia n.2733, sono state effettuate analisi attraverso tre metodologie semplificate (Seed H. B. e Idriss I. M. 1982, Tokimatsu e Yoshimi 1983, Finn 1985) ipotizzando un intervento in Classe d'Uso 2 in un suolo in categoria sismica C (ai sensi delle N.T.C.). I risultati dell'analisi, riportati in Allegato 6, hanno mostrato per tutte le metodologie una possibile suscettibilità alla liquefazione, con fattori di sicurezza che sfiorano 0,5. Tale risultato ha tuttavia significato orientativo e non assoluto e deriva da dati geognostici di scarsa qualità.

Cedimenti differenziali (CD)

Negli ICMS, relativamente ai cedimenti differenziali, si chiede di individuare "*le aree di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-mecaniche molto diverse"*. Secondo tale indicazione sembrerebbe di dover inserire in questa categoria esclusivamente le fasce di contatto tra litologie molto differenti come ad esempio tra rocce e depositi alluvionali. Nel D.P.G.R. 53/R viene invece richiesto di individuare i "*terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali*" che poi vengono richiamati anche nella legenda della classificazione della Pericolosità sismica come *"*. Nella stessa legenda vengono anche richiamate le *"zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti*".
In definitiva riteniamo di dover inserire in questa categoria la zona del Padule di Bientina caratterizzata da presenza di argille molli con intercalazioni anche importanti di livelli torbosi. Anche per questa zona abbiamo individuato una colonna stratigrafica tipo che raggiunge i 40m dal p.c.
Questa colonna è stata elaborata a partire dalla penetrometria statica n.10379 e dalle evidenze di campagna. Essa ha comunque valore indicativo in quanto non vi sono indagini geognostiche profonde sui terreni in oggetto, e quindi non è possibile individuare con certezza l'andamento in profondità del contatto tra i depositi Plio-Pleistocenici di pertinenza collinare e quelli lacustri e/o alluvionali recenti.

Nella colonna tipo abbiamo segnalato un orizzonte superficiale di 3,5m di argille torbose compressibili seguite, da 3,5 a 11,0m, da argille piuttosto compatte. Queste ultime sono state attribuite al Pleistocene superiore in quanto sensibilmente più consistenti delle argille alluvionali dell'Arno rilevate alla stessa profondità nei pressi di Castelfranco. A 11m dal p.c. è stata collocata da disconformità che separa il Pleistocene medio dal Pliocene, a

questa profondità infatti la penetrometria di riferimento (n.10379) raggiunge il rifiuto strumentale. Negli intervalli tra 11 e 23m e a 34m dal p.c. si hanno argille compatte; segue poi un livello di argille con ghiaie.

Considerazioni inerenti la suscettibilità a liquefazione.
I depositi rinvenuti nei primi 15m dal p.c. di questa zona sono coesivi in quanto decantati nel noto Lago di Bientina, attualmente bonificato. Il fuso granulometrico è quindi esterno a quelli potenzialmente liquefacibili, ai sensi del punto 2.7.1.1.(5) delle ICMS. Data la loro compressibilità elevata valgono inoltre i criteri dell'Eurocodice 8 e del punto 2.7.1.1.(3) che, nel merito alla possibilità di escludere la liquefazione, cita la seguente condizione: "*Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.15g e terreni con [...] frazione di fine superiore al 20%, con indice di plasticità PI > 10;".*

Come osservabile in Tavola X, tutte le colonne stratigrafiche rappresentate mostrano retini in differenti gradazioni di colore in relazione alla loro consistenza. Alla consistenza è stata attribuita anche una lettera da "A" a "G", che identifica la compressibilità del singolo litotipo (si consulti in merito la legenda della tavola X).

Amplificazione topografica

abbiamo compreso in questa categoria il versante di raccordo tra il terrazzo delle Cerbaie ed il fondovalle del Fiume Arno. Questa porzione di territorio presenta pendenze mediamente elevate e complessivamente superiori a 15°; in alcuni tratti, come quelli di affioramento dei livelli conglomeratici, le pendenze sono subverticali. Il versante sviluppa dislivelli di circa 80-90 metri compresi tra la quota 20 (quota del tetto delle alluvioni terrazzate) e la quota 110 (nucleo di Montefalcone)

Amplificazione stratigrafica

Al piede del versante di Montefalcone, a partire dal contatto tra i depositi fluviali del Terrazzo delle Cerbaie e le alluvioni terrazzate abbiamo segnalato una fascia di territorio, larga circa 30 metri nella quale lo spessore complessivo dei depositi alluvionali terrazzati ed attuali che giacciono sopra i depositi del Terrazzo delle Cerbaie sia compresi entro i 20 metri. Tale fascia, da considerarsi cautelativa come estensione, è stata individuata dai dati del profilo sismico MASW CF6, dai dati del sondaggio tromometrico Tr1 e dalle evidenze morfologiche. Difatti proseguendo il contatto al di sotto dei depositi alluvionali secondo la morfologia di superficie si avrebbe una pendenza dello stesso di circa 24° con una larghezza in superficie della fascia di possibile amplificazione stratigrafica di circa 28 metri. Altrimenti proseguendo in profondità il contatto secondo i dati dedotti dall'indagine sismica (come riportato nelle sezione di tavola B) la fascia sarebbe ancora più ridotta e corrispondente a circa 20 metri.
In corrispondenza del Padule di Bientina, abbiamo individuato un'altra fascia di territorio nella quale si presuppone che lo spessore dei depositi alluvionali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sia compreso entro 20 metri. In questo caso la

larghezza della fascia ricompresa è di circa 200 metri e, non avendo dati geognostici a disposizione è stata ottenuta semplicemente proseguendo in profondità il contatto tra i depositi alluvionali attuali ed i depositi del terrazzo delle Cerbaie secondo la morfologia di superficie.

12.5 – FORME DI SUPERFICIE

Tra le forme di superficie da ricondurre a quanto indicato negli ICMS abbiamo individuato l'orlo di terrazzo fluviale che borda l'altopiano delle Cerbaie. In particolare è stato segnalato come >20metri quello che borda il terrazzo lungo il versante di raccordo con il fondovalle del Fiume Arno e <10metri quello che borda il terrazzo lungo il versante di raccordo con il Padule di Bientina.

12.6 – PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA PER STABILIRE LA QUALITA' DELLA CARTA DI MS DI LIVELLO 1

Nei paragrafi seguenti verrà descritta la procedura di analisi qualitativa introdotta dagli Indirizi e Criteri per la Microzonazione Sismica applicata al caso in esame ed i risultati ottenuti.

12.6.1 – Descrizione della procedura utilizzata

Il presente studio applica al quadro conoscitivo sin qui descritto una procedura semplificata che, attraverso alcune trasformazioni semiquantitative, fornisce una valutazione di attendibilità della carta di Microzonazione Sismica (MS). Tale procedura è stata pubblicata sia in Albarello et alii. (nel Supplemento alla rivista Ingegneria Sismica, Anno XXVIII – n.2 – 2011), sia dal Genio Civile di Firenze in Allegato 1 al G.R.T. 431/2011, con riferimento ai precedenti *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (Dipartimento di Protezione Civile, 2008).

La procedura ha consentito di definire, per le tre Aree MOPS, un "*fattore di qualità (FQ)*" espresso in percentuale, al quale si associa una determinata *classe di qualità*.
Nello specifico la procedura ha visto le seguenti fasi operative (per lo più in ambiente GIS):

E' stato costruito un reticolo di celle quadrate aventi lato di 250m. Queste ultime sono state orientate, in modo da assecondare l'andamento delle tre aree MOPS, nella prospettiva di rappresentare al meglio l'effettiva densità di indagini.

Per ogni cella è stato attribuito un valore booleano (Vero - Falso) che identifica o meno la presenza, all'interno della propria estensione areale, di: *sondaggi a distruzione di nucleo*, s*ondaggi a carotaggio continuo*, *indagini geofisiche*, *prove geognostiche* (penetrometrie, analisi geotecniche di laboratorio etc.), *misure delle frequenze di risonanza di sito*.

Ad ognuna delle tre aree MOPS sono stati attribuiti 18 campi descrittivi. Questi ultimi sono stati compilati attraverso metodologie semiautomatiche in ambiente GIS, utilizzando

anche gli attributi delle “Celle”. I campi così realizzati hanno permesso di misurare all'interno dei limiti di ogni UTOE le seguenti caratteristiche:

1. Anno rilevamento della carta geologica,
2. Progetto di appartenenza della carta geologica,
3. Scala di rilevamento della carta geologica,
4. Numero di sondaggi a distruzione,
5. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da sondaggi a distruzione,
6. Numero sondaggi a distruzione che arrivano al substrato rigido,
7. Numero di sondaggi a carotaggio continuo,
8. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da sondaggi a carotaggio continuo,
9. Numero di sondaggi a carotaggio continuo che arrivano al substrato rigido,
10. Numero di indagini geofisiche,
11. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da indagini geofisiche,
12. Percentuale di indagini effettuate nell'Area MOPS che arrivano al substrato rigido,
13. Numero prove geotecniche in situ e di laboratorio,
14. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da prove,
15. Percentuale di prove effettuate nell'Area MOPS che arrivano al substrato rigido,
16. Numero di misure delle frequenze di sito,
17. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da misure di frequenze di sito
18. Classe di affidabilità delle misure di frequenza secondo Albarello et alii.

- Per mezzo di un foglio elettronico è stata attribuita una valutazione numerica ad ognuno dei 18 parametri descrittivi dell'Area MOPS e, attraverso una serie di “pesi” (detti “Peso indicatore” e ”Peso parametro”), è stato calcolato il valore percentuale del *Fattore di Qualità FQ* derivante dalla seguente formula:

$$FQ = \left[\frac{100}{\sum_{i=1}^{I} P_i}\right] \sum_{i=1}^{I} P_i \left(\sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right) = \left[\frac{100}{4}\right] \sum_{i=1}^{I} P_i \left(\sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right)$$

I=Numero di Parametri
J_i=Numero di Indicatori relativi al parametro i-mo
P_i = peso del Parametro i-mo
S_{ij}=Punteggio relativo all’Indicatore j-mo del Parametro i-mo
FQ = Fattore di qualità (%)

utilizzando i parametri numerici ed i “pesi” definiti nella seguente tabella:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore (peso=0.33)	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico -tecnica	1	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
		Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
		Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione	0.50	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche	0.50	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio	0.25	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
		Perce ntuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito	0.75	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da mis ure	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Classe di affidabilità misure (Albarello et alii)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

- una volta ottenuto il Fattore di Qualità (FQ) è stata assegnata alla cartografia di microzonazione sismica (MS) di ogni Area MOPS una classe di qualità secondo il seguente schema:

FQ ≥ 75%	→	Classe A	(carta di livello 1 di ottima qualità)
50 ≤ FQ < 75	→	Classe B	(migliorare almeno uno dei parametri)
25 ≤ FQ < 50	→	Classe C	(programmare nuove indagini)
FQ < 25	→	Classe D	(carta di livello 1 di scarsa qualità, non risponde ai requisiti minimi richiesti dagli Indirizi e Criteri di Microzonazione Sismica)

12.6.2 - Descrizione delle analisi di qualità effettuate

La procedura descritta nel precedente paragrafo è stata applicata alle tre aree MOPS del Comune di Castelfranco, i cui nomi sono elencati nella tabella seguente accompagnati dalla loro estensione areale.

Nome Area MOPS	*UTOE incluse*	*Estensione areale (mq)*	*Paragrafo*
Castelfranco	Castelfranco produttiva Castelfranco residenziale	12536959	12.5.2.1
Galleno	Galleno	536632	12.5.2.2
Orentano	Orentano Villa Campanile Chimenti residenziale Chimenti produttiva	4994035	12.5.2.3

Per chiarezza si è scelto di distinguere nei seguenti sottoparagrafi gli esiti degli studi di qualità effettuati.

12.6.2.1 – Area MOPS Castelfranco

L'area MOPS di Castelfranco è la più estesa del Comune e ha comportato la realizzazione di una maschera di 239 celle.

Le indagini si concentrano nell'area meridionale, all'interno delle UTOE di Castelfranco, nel resto dell'area le poche restanti indagini si presentano omogeneamente diffuse. Nel dettaglio le indagini geognostiche della banca dati appaiono disposte come segue:

- 11 indagini sismiche (10MASW e 1 Down Hole) diffuse in tutto il territorio;
- 6 sondaggi geognostici che si concentrano nella zona sud occidentale;
- 72 stratigrafie di perforazioni a distruzione di nucleo, più abbondanti nell'area industriale;
- 248 penetrometrie, il novanta percento delle quali all'interno delle UTOE;
- 9 indagini tromometriche diffuse in tutta l'area.

A partire da questa banca dati è stato possibile compilare un foglio di calcolo che ha permesso di derivare automaticamente il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso
CARTA GEOLOGICO TECNICA	1	*Anno rilevamento*	>2000	1	0,33
		Progetto	Ad hoc	1	0,33
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	*Numero sondaggi nell'UTOE*	>10	1	0,33
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	*Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE*	6-10	0,66	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	1-33%	0,33	0,33
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	*Numero di indagini geofisiche nell'UTOE*	>10	1	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	*Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE*	>10	1	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	34-66%	0,66	0,33
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	*Numero di misure di frequenza nell'UTOE*	6-10	0,66	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33
		Classe di affidabilità misure (Albarello et alii.)	Classe A 34-66%	0,66	0,33

FQ =	57,5%

Sulla base di questo valore, l' area MOPS di Castelfranco ricade nella:

<u>classe di qualità B</u>

12.6.2.2 – Area MOPS Orentano

L'area MOPS Orentano ha forma irregolare ed è allungata in direzione SW-NE. Essa copre 4 UTOE ed alcune aree ad esse esterne, significative dal punto di vista sismico. Per coprire tutta la sua estensione si sono rese necessarie 88 celle di 250x250m, le quali sono state orientate in direzione NW-SE, constatando che, data la forma allungata dell'Area MOPS, una differente orientazione delle celle avrebbe determinato un loro cospicuo aumento in numero, e, conseguentemente, una sottostima del fattore di qualità.

Le indagini geognostiche che ricadono in questa area si concentrano prevalentemente all'interno delle UTOE di Orentano e Villa Campanile. Nel complesso sono così descrivibili:

- 13 sondaggi a distruzione di nucleo posti per lo più nell'UTOE Orentano;
- 11 indagini sismiche poste per lo più nell'UTOE Orentano;
- 102 penetrometrie ben diffuse nell'area MOPS;
- 3 indagini tromometriche.

In quest'area non sono stati reperiti sondaggi a carotaggio continuo. A partire da questa banca dati abbiamo derivato il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso
CARTA GEOLOGICO TECNICA	1	*Anno rilevamento*	>2000	1	0,33
		Progetto	Ad hoc	1	0,33
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	*Numero sondaggi nell'UTOE*	>10	1	0,33
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	*Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE*	0	0	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	*Numero di indagini geofisiche nell'UTOE*	>10	1	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	*Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE*	>10	1	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	34-66%	0,66	0,33
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	*Numero di misure di frequenza nell'UTOE*	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33
		Classe di affidabilità misure (Albarello et alii.)	Classe A 34-66%	0,66	0,33

FQ = 47,3%

Sulla base di questo valore l'UTOE "Castelfranco produttiva" ricade nella:

<u>classe di qualità C</u>

12.6.2.3 – Area MOPS Galleno

L'area in oggetto comprende la sola UTOE di Galleno. Per coprire quest'area si sono rese necessarie 10 celle orientate SW-NE. Le poche indagini geognostiche reperite hanno una buona dispersione generale sulla superficie dell'UTOE. Nello specifico la banca dati di quest'area MOPS è descrivibile come segue:

- 3 stratigrafie di perforazioni a distruzione di nucleo;
- 1 indagine sismica, nel settore meridionale dell'UTOE;
- 7 penetrometrie raccolte per la maggior parte in una cella centrale all'UTOE;
- 1 indagine tromometrica effettuata contestualmente alla suddetta indagine sismica.

Non sono state reperite stratigrafie di sondaggi a carotaggio continuo.

Partendo da questa banca dati è stato possibile derivare il fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso
CARTA GEOLOGICO TECNICA	1	*Anno rilevamento*	>2000	1	0,33
		Progetto	Ad hoc	1	0,33
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	*Numero sondaggi nell'UTOE*	1-5	0,33	0,33
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	*Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE*	0	0	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	*Numero di indagini geofisiche nell'UTOE*	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	*Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE*	6-10	0,66	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	*Numero di misure di frequenza nell'UTOE*	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33
		Classe di affidabilità misure (Albarello et alii.)	Classe A 34-66%	0,66	0,33

FQ = 40,4%

Sulla base di questo valore l'UTOE "Orentano" ricade nella:

<u>classe di qualità C</u>

12.6.3 – Considerazioni sugli esiti del controllo

I risultati del calcolo del fattore di qualità sono riassunti nella seguente tabella:

Area MOPS	*FQ (%)*	*Classe di qualità*
Castelfranco	57,5	**Classe B**
Orentano	47,3	**Classe C**
Galleno	10,4	**Classe C**

In generale si osserva che la classe C è quella prevalente per l'area collinare mentre la classe B è attribuibile alla zona di fondovalle in ragione della presenza di numerose perforazioni legate all'attività industriale.

Da un'analisi più approfondita dei risultati si osserva che il fattore di qualità di tutte le UTOE è stato sistematicamente abbattuto dall'assenza, all'interno del limite comunale, di perforazioni e/o indagini geofisiche che raggiungano il substrato roccioso. Tale lacuna non dipende tanto dalla presenza di indagini di scarsa profondità, quanto dalla profondità molto elevata della disconformità che delimita il tetto del substrato roccioso pre-tortoniano_superiore ("bedrock"). In questo contesto sul database del Ministero dello Sviluppo Economico sono stati reperiti, nei dintorni del limite comunale di Castelfranco, tre sondaggi profondi, effettuati nei decenni scorsi per fini di esplorazione petrolifera. Il primo sondaggio recuperato ("Pontedera 001"), è stato effettuato 7,2 km a sudovest dal centro di Castelfranco ed ha individuato il tetto del substrato litoide a -730m dal p.c. dopo una successione di depositi riconducibili al Pliocene; il secondo sondaggio, "Certaldo Sud 001 DIR", effettuato 12,6 km ad est del centro di Castelfranco, ha individuato tale disconformità a -1800m dal p.c., al di sotto di depositi di età messiniana; il terzo ed ultimo sondaggio ("Le Cerbaie 001", di qualità inferiore), posto 9,5km a nordest dal centro di Castelfranco, sembrerebbe individuare il tetto del substrato a una profondità di -518m dal p.c., al di sotto di depositi pleistocenici. Da questi dati si osserva che al di sotto del Comune in oggetto il substrato roccioso è situato a profondità crescente da ovest ad est, compatibilmente con la morfologia a *graben* ed *half graben* già nota dai dati di letteratura. Quest'ultima conformazione è testimoniata anche dalle datazioni dei primi depositi di riempimento dei graben. Al di sopra della disconformità infatti, essi appaiono via via più antichi verso est, sino a quelli di età messiniana rinvenuti ad est di Castelfranco, dove lo spessore dei depositi di riempimento diventa massimo (approssimarsi della base del graben). Sulla base dei dati sin qui descritti, effettuando un semplice (e approssimativo) calcolo di media aritmetica, per l'area di Castelfranco è possibile stimare la presenza del substrato roccioso a circa -1000m dal p.c.. Secondo alcuni autori, profondità così elevate del substrato, sarebbero ininfluenti rispetto al manifestarsi di fenomeni di amplificazione sismica sulle strutture antropiche (Masi et al. 2007; vedasi indagine geofisica allegata).

13 – TAVOLA L - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di microzonazione sismica ha consentito di valutare le condizioni di pericolosità sismica degli areali indagati secondo i criteri dettati dal D.P.G.R. 53/R.

La Pericolosità sismica molto elevata (S4) è stata attribuita alle zone suscettibili di instabilità di versante attiva che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.
In particolare tale classe è stata attribuita alle cinque frane attive individuate in corrispondenza del versante di Montefalcone.

La Pericolosità sismica elevata (S3) è stata attribuita alle zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone in cui gli spessori dei depositi alluvionali attuali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sono compresi entro 20 metri ed alle zone di versante con pendenze maggiori di 15°.
Sono quindi ricomprese all'interno di questa classe le sei frane quiescenti cartografate lungo il versante di Montefalcone, l'intero versante di Montefalcone-Poggio Adorno, la zona di fondovalle immediatamente a valle del suddetto versante, la zona di fondovalle del Padule di Bientina immediatamente a valle dei rilievi di Orentano ed infine le due zone di fondovalle nell'abitato di Castelfanco nelle quali non si esclude la possibilità di fenomeni di liquefazione.

La Pericolosità sismica media (S2) è stata attribuita alle suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.
Si precisa che le due frane stabilizzate cartografate in corrispondenza del versante di Montefalcone sono comunque da considerarsi in Pericolosità sismica S3 (così come indicato in cartografia) in quanto ricadono all'interno di un versante con pendenze medie >15°.

14 – CRITERI PER LA REDAZIONE DELLA CARTA DELLA FATTIBILITA'

Il giudizio di fattibilità è stato elaborato tenendo conto delle situazioni di pericolosità riscontrate per i diversi fattori geologici, idraulici e sismici, nel rispetto dei criteri indicati dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R e delle disposizioni dettate da normative sovraordinate quali il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e la L.R. 21/05/2012 n°21.

14.1 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;
- gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da:
- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
- in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
- l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza sono da certificare;
- relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza dei seguenti criteri:
- previsione, ove necessario, di interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità di danneggiamento;
- installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica elevata, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;

- gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono comunque essere tali da:
- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
- in presenza di interventi di messa in sicurezza sono predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
- l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, sono certificati;
- possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica media le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica bassa possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

14.2 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici

Se le limitazioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità idraulica molto elevata, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;
b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
d) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno

delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni:

- sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l);
- sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;

e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;

f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;

g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;

h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;

i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;

l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;

m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurne la vulnerabilità.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità idraulica elevata, sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) relativi alla pericolosità idraulica molto elevata. Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:

a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della l.r. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;

b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;
c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;
d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) del paragrafo 3.2.2.1, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;
e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica media per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravi di pericolosità in altre aree.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica bassa non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

14.3 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici

Nello specifico, per le situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4), in sede di predisposizione del regolamento urbanistico sono da valutare i seguenti aspetti: nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità sismica elevata (S3) in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti:

nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse, è realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette;

nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, è realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

14.4 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idrogeologici

La carta della Vulnerabilità Idrogeologica rappresenta il riferimento per l'individuazione di situazioni in cui la risorsa idrica appare vulnerabile.

Nelle zone con vulnerabilità elevata, corrispondente alle classi 4b e 4a, e medio-elevata, corrispondente alla Classe 3b, per le quali è riconosciuta un'elevata esposizione al rischio della risorsa idrica, la realizzazione di smaltimenti di liquami per subirrigazione, di fertirrigazioni e di spandimenti di acque vegetative, nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrate di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili, dovrà essere opportunamente motivata e sostenuta da uno studio idrogeologico di dettaglio.

14.5 - Condizioni imposte dal PAI del Bacino del Fiume Arno

All'interno delle aree PF4 valgono le seguenti condizioni alla trasformazione, nel rispetto dell'art.10 del PAI del Bacino del Fiume Arno.

Sono consentiti, purché nel rispetto del buon regime delle acque:

a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;

b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;

d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;

e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;

f) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento di superficie o di volume né aumento del carico urbanistico, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;

g) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico;

h) nuovi interventi relativi a opere pubbliche o di interesse pubblico, non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente realizzate le opere funzionali al consolidamento e alla bonifica del movimento franoso previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

Aree a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PF3)

Nelle aree P.F.3, sono consentiti, purché nel rispetto del buon regime delle acque:

a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;

b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;

d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;

e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;

f) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento di superficie o di volume né aumento del carico urbanistico, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;

g) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.

h) nuovi interventi relativi a opere pubbliche o di interesse pubblico, non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente realizzate le opere funzionali al consolidamento e alla bonifica del movimento franoso previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

Nelle aree P.F.3 sono inoltre consentiti, gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui indicati per la Classe PF4 sono consentiti a condizione che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato dal nuovo intervento, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità di tali opere rispetto alle previsioni generali di sistemazione dell'area. Nel caso di frane quiescenti, qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità.

Aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (PI4)

Nelle aree P.I.4 sono consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali e non delocalizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;
e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurne la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento della superficie coperta. Qualora gli interventi comportino aumento di carico urbanistico, gli stessi sono ammessi, purché realizzati in condizioni di sicurezza idraulica. La verifica dell'esistenza di tali condizioni dovrà essere accertata dall'autorità preposta al rilascio del provvedimento autorizzativo;

j) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purchè indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

m) nuovi interventi e interventi di ristrutturazione urbanistica, a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) per la realizzazione degli interventi nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

Aree a Pericolosità Idraulica Elevata (PI3)

Nelle aree P.I.3 sono consentiti i seguenti interventi:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad

incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurne la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) realizzazione di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purchè indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

i) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

k) interventi di ristrutturazione urbanistica, così come definite alla lettera f) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia che non comportino aumento di superficie o di volume complessivo, fatta eccezione per i volumi ricostruiti a seguito di eventi bellici e sismici, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica senza aumento di pericolosità per le aree adiacenti;

l) interventi nelle zone territoriali classificate negli strumenti urbanistici, ai sensi del Decreto interministeriale n. 1444 del 1968, come zone A, B, D, limitatamente a quelli che non necessitano di piano attuativo, e F, destinate a parco, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica, risultante da idonei studi idrologici e idraulici e a condizione che non aumentino il livello di pericolosità;

m) le ulteriori tipologie di intervento comprese quelle che necessitano di piano attuativo, a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'autorità

idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti.

14.6 - Condizioni imposte dalla L.R. 21/05/2012 n.21

Interventi nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata

1. Nelle aree classificate dal Regolamento Urbanistico e dal PAI Bacino Arno, come aree a pericolosità idraulica molto elevata, è consentita la realizzazione dei seguenti interventi:
   a) opere di difesa e regimazione idraulica;
   b) infrastrutture di tipo lineare non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente o contestualmente realizzate le opere per la loro messa in sicurezza idraulica per tempo di ritorno duecentennale, senza aggravare la pericolosità idraulica al contorno.

2. Nelle aree di cui al comma 1, è consentita, altresì, la realizzazione degli interventi di seguito indicati, a condizione che siano preventivamente realizzate, ove necessarie, le opere per la loro messa in sicurezza per tempo di ritorno duecentennale, comprensive degli interventi necessari per non aggravare la pericolosità idraulica al contorno:
   a) ampliamento e adeguamento di opere pubbliche;
   b) nuovi impianti e relative opere per la raccolta e la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento e la depurazione degli scarichi idrici, lo stoccaggio, il trattamento, lo smaltimento ed il recupero dei rifiuti, la produzione ed il trasporto di energia da fonti rinnovabili o, comunque, al servizio di aziende e insediamenti produttivi previsti dagli strumenti e atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali vigenti al momento di entrata in vigore della presente legge, non diversamente localizzabili, oppure ampliamento o adeguamento di quelli esistenti;
   c) nuovi edifici rurali ubicati nelle zone con esclusiva o prevalente funzione agricola, oppure ampliamento o modificazione di quelli esistenti, salvo quanto previsto al comma 9, lettera g);
   d) interventi di cui all'articolo 78, comma 1, lettere g) ed h) e all'articolo 79 della l.r. 1/2005, se previsti dal PRG o dal regolamento urbanistico, salvo quanto previsto al comma 3 e al comma 9, lettera a).

3. Nel rispetto delle prescrizioni e delle limitazioni di cui ai commi 4 e 5, sugli immobili esistenti ricadenti nelle aree di cui al comma 1, sono consentiti:
   a) gli interventi necessari al superamento delle barriere architettoniche di cui all'articolo 79, comma 2, lettera a), della l.r. 1/2005;
   b) gli interventi di restauro e risanamento conservativo di cui all'articolo 79, comma 2, lettera c), della l.r. 1/2005;

c) i mutamenti di destinazione d'uso degli immobili, edifici ed aree anche in assenza di opere edilizie, nei casi individuati dalla disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni di cui all'articolo 58 della l.r. 1/2005;

d) gli interventi di ristrutturazione edilizia di cui all'articolo 79, comma 2, lettera d) della l.r. 1/2005, se previsti dal PRG o dal regolamento urbanistico.

4. Gli interventi di cui al comma 3, sono realizzati a condizione che:

a) sia assicurata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, anche tramite sistemi di riduzione della vulnerabilità;

b) non si determini l'aumento dei rischi e della pericolosità idraulica al contorno.

5. Gli interventi di cui al comma 3, lettere b), c), e d) sono realizzati a condizione che non determinino:

a) creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o che comunque consenta il pernottamento;

b) aumento della superficie coperta dell'edificio oggetto di intervento.

6. Nelle aree di cui al comma 1, gli interventi comportanti rimodellazioni del terreno non rientranti nell'articolo 80, comma 1, lettera d), della l.r. 1/2005, oppure la realizzazione di recinzioni o muri di cinta, sono consentiti solo nel caso in cui non determinano aumento del livello di pericolosità in altre aree.

7. Le opere di messa in sicurezza di cui al comma 1, lettera b) e al comma 2, comprensive di quelle necessarie per non aggravare la pericolosità idraulica al contorno, sono definite in uno specifico progetto allegato alla segnalazione certificata di inizio attività (SCIA), oppure presentato e valutato nel procedimento di rilascio del titolo abilitativo; la realizzazione di tali opere costituisce presupposto per la regolarità degli interventi assentiti dai titoli abilitativi.

8. Il progettista produce l'asseverazione attestante il rispetto delle condizioni di cui ai commi 2, 4, 5, 6 e comma 9, lettera g).

9. Il presente articolo non si applica:

a) agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, alla demolizione senza ricostruzione di edifici e manufatti esistenti, nonché alla sostituzione delle coperture in cemento amianto;

b) agli interventi previsti dai piani attuativi di iniziativa pubblica, privata, o pubblico-privata, con le relative opere di messa in sicurezza idraulica, approvati prima della data di entrata in vigore della presente legge;

c) agli interventi previsti dai piani attuativi di iniziativa pubblica, privata o pubblico-privata, per i quali è già stata stipulata convenzione o accordo preliminare, ai sensi

del regolamento urbanistico, prima della data di entrata in vigore della presente legge, a condizione che siano realizzati preventivamente, o contestualmente alle opere di urbanizzazione primaria, gli interventi di messa in sicurezza idraulica per tempo di ritorno duecentennale, senza aggravare le condizioni di pericolosità idraulica al contorno;

d) ai progetti di opere pubbliche, previsti negli strumenti urbanistici vigenti, con le relative opere di messa in sicurezza idraulica, approvati prima della data di entrata in vigore della presente legge;

e) agli interventi per i quali sia stato rilasciato il permesso di costruire, o sia stata presentata la SCIA, completa della documentazione necessaria, prima della data di entrata in vigore della presente legge;

f) agli interventi in aree che, al momento di entrata in vigore della presente legge, sono classificate in pericolosità idraulica molto elevata nel caso in cui, a seguito di ulteriori indagini o di opere di messa in sicurezza, risultino classificate dai piani di assetto idrogeologico in pericolosità idraulica inferiore al momento della presentazione della pratica edilizia per il permesso di costruire o per la SCIA;

g) alla realizzazione di annessi agricoli, che non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque e non sottraggono volume di laminazione in relazione a inondazioni aventi tempo di ritorno duecentennale, funzionali alla gestione dell'azienda agricola e situati nelle zone con esclusiva o prevalente funzione agricola, purché, tramite convenzione o atto d'obbligo unilaterale di cui all'articolo 42, comma 7, della l.r.1/2005, sia stabilito di non modificare la destinazione d'uso degli stessi annessi agricoli.

15 – TAVOLA M CARTA DELLA FATTIBILITA'

15.1 – Classi di Fattibilità

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali sono state differenziate facendo riferimento alle 4 "classi di fattibilità" individuate dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R.

Le disposizioni inerenti la fattibilità di cui ai punti seguenti si applicano a tutte le tipologie di intervento dalla manutenzione alla nuova costruzione e a tutte le tipologie di pratiche edilizie fino al Piano Attuativo.

Classi di fattibilità degli interventi nelle zone urbane

La compatibilità degli interventi previsti all'interno di ogni singola zona urbanistica, è precisata nelle carte della fattibilità allegate al Regolamento Urbanistico, dove è riportata la fattibilità prevalente tra quella relativa agli aspetti geologici, idraulici e sismici.

Nei simboli grafici inseriti nelle cartografie sono indicati, al pedice del valore di fattibilità prevalente, le classi di pericolosità corrispondenti agli aspetti analizzati.

Classi di fattibilità degli interventi nelle zone agricole

Le trasformazioni consentite dallo Strumento Urbanistico in oggetto variano dall'ordinaria coltivazione dei suoli fino alla realizzazione di edifici funzionali alle esigenze abitative degli addetti in agricoltura e di annessi agricoli.

La possibilità di attuare le singole trasformazioni è definita all'interno di areali che costituiscono gli ambiti normativi, all'interno dei quali però l'area di intervento non è definitivamente localizzata, né è definita la tipologia dell'intervento.

Per questo la fattibilità degli interventi ammessi all'interno del territorio agricolo è stata definita attraverso una matrice dalla quale è possibile trarre per qualunque combinazione di ambito-intervento-classe di pericolosità (geologica, idraulica) il corrispettivo grado di fattibilità. La matrice (vedasi tabella riportata a fine testo) è stata impostata prendendo spunto dal D.C.R.T. 25/10/2011 n.53/R, adeguandola alla realtà territoriale di Castelfranco ed alla casistica degli interventi ammessi. Le tipologie di intervento, all'interno degli stessi ambiti normativi, sono state distinte e/o raggruppate in funzione del loro impatto sul territorio.

Il grado di fattibilità di un intervento viene stabilito nel modo seguente:

a) si individua nelle carte di pericolosità la classe di appartenenza dell'intervento;

b) si definisce la tipologia dell'intervento;

c) dall'incrocio delle informazioni suddette si individua nella tabella della fattibilità la classe corrispondente all'intervento distintamente per i due diversi aspetti della pericolosità: geologica e idraulica;

d) la fattibilità dell'intervento è quella prevalente tra i giudizi corrispondenti ai vari aspetti della pericolosità

All'interno delle aree a pericolosità molto elevata del territorio aperto, alcune tipologie di intervento sono state giudicate "non fattibili" (NF) in quanto non compatibili con il contesto geomorfologico-idraulico.

Classe F1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Per gli interventi edilizi di modesto impatto che ricadono in questa classe, la caratterizzazione geotecnica del terreno a livello di progetto, può essere ottenuta per mezzo di raccolta di notizie; i calcoli geotecnici, di stabilità e la valutazione dei cedimenti possono essere omessi ma la validità delle soluzioni progettuali adottate deve essere motivata con un'apposita relazione.

Gli interventi di nuova edificazione, di Ristrutturazione Urbanistica, di Sostituzione Edilizia o di Ristrutturazione Edilizia (con variazione dell'entità e/o della distribuzione dei carichi sul terreno di fondazione) dovranno comunque essere supportati da specifiche ed adeguate indagini geognostiche, che amplino le conoscenze sulle caratteristiche litologiche e le problematiche evidenziate nelle cartografie tematiche inserite nel Quadro Conoscitivo dello Strumento Urbanistico.

Gli interventi previsti dallo Strumento Urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

Classe F2 - Fattibilità con normali vincoli

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Il progetto deve basarsi su un'apposita indagine geognostica e/o idrologico-idraulica mirata a verificare a livello locale quanto indicato negli studi condotti a supporto dello strumento urbanistico vigente al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area nonché il funzionamento del sistema di scolo locale.

Gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

Classe F3 - Fattibilità condizionata

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Sono richieste indagini di dettaglio condotte a livello di "area complessiva" sia come supporto alla redazione di strumenti urbanistici attuativi che nel caso sia ipotizzato un intervento diretto.

L'esecuzione di quanto previsto dai risultati di tali indagini in termini di interventi di attenuazione del rischio idraulico, bonifica, miglioramento dei terreni e/o tecniche fondazionali particolari devono costituire condizioni da recepire all'interno della richiesta del titolo abilitativo occorrente.

1. Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica, il progetto di intervento deve essere supportato da un'esaustiva documentazione geologica esplicativa degli approfondimenti condotti ed al minimo composta da:
   - carta geologica e geomorfologica di dettaglio;
   - risultati di indagini geognostiche condotte per aumentare il grado di conoscenza delle caratteristiche litologiche e litotecniche del sottosuolo;
   - sezioni quotate, possibilmente dedotte da un rilievo planoaltimetrico di dettaglio, che mostrino con precisione il rapporto tra morfologia attuale e morfologia di progetto;
   - risultati di specifiche verifiche di stabilità del versante nelle condizioni attuali e di progetto qualora, nelle aree collinari, siano previsti consistenti operazioni di sbancamento e riporto;
   - studio di dettaglio delle condizioni di stabilità del versante e del contesto idrogeologico, qualora siano previste immissioni di acque reflue nel suolo e nel sottosuolo mediante subirrigazione, fertirrigazione e spandimento di acque di vegetazione;
   - analisi accurata delle problematiche rilevate e indicazione degli eventuali interventi per la mitigazione del rischio i quali in ogni caso non dovranno pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, nè limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni.
   - In presenza di interventi di messa in sicurezza ed in relazione alla tipologia del dissesto dovranno essere eventualmente predisposti ed attivati opportuni sistemi di monitoraggio; l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, dovrà essere documentata dagli esiti del sistema di monitoraggio attivato.

2. Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità idraulica, il progetto dell'intervento deve essere supportato da un'esaustiva documentazione geologica ed idrologico-idraulica esplicativa degli approfondimenti condotti ed al minimo composta da:
   - sezioni quotate, possibilmente dedotte da un rilievo planoaltimetrico di dettaglio, che mettano in evidenza la posizione e la quota dell'intervento in oggetto rispetto al battente idraulico indicato nel quadro conoscitivo di supporto al RU da cui abbiamo estratto la carte delle celle PAI e dei battenti idrici riportata a fine testo;
   - progetto degli interventi di messa in sicurezza idraulica, anche con sistemi di difesa passiva: la dimostrazione del non aggravio della situazione al contorno deve necessariamente comprendere:

  - l'allocazione dei volumi statici sottratti all'esondazione;
  - la dimostrazione dell'efficienza delle zone di compensazione in funzione della direzione di flusso delle acque, così come modificata dai rilevati in progetto (piazzali, strade, parcheggi etc).
- nei casi in cui, per porsi in condizioni di sicurezza idraulica, siano previsti rialzamenti dei piani di calpestio, essi dovranno essere limitati ai fabbricati ed ai raccordi con i piazzali, salvo esigenze particolari indotte dalla necessità di collegamento con le adiacenti zone già urbanizzate;
- qualunque intervento, anche di ristrutturazione, che non comporti aumento della superficie coperta, deve essere finalizzato alla mitigazione del livello di rischio accertato;
- la realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate deve essere subordinata agli esiti di uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricettore, da mitigarsi attraverso cisterne o invasi di prima pioggia. Nella progettazione delle superfici coperte, dovranno essere preferite le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell'acqua. Le reti fognarie per le acque bianche, devono essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità e bassa pendenza;
- i nuovi spazi pubblici o privati, destinati a viabilità pedonale o meccanizzata devono essere realizzati con modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità costruttive non possano essere utilizzate per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica o di tutela dei beni culturali e paesaggistici;
- la realizzazione di nuova viabilità non deve costituire ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali. Eventuali rilevati stradali debbono essere supportati da specifici studi che prevedano la ricucitura del reticolo idrografico minore ed analizzino l'interazione del nuovo manufatto con la distribuzione delle acque in caso di esondazione dai corsi d'acqua limitrofi;
- le acque raccolte dai pluviali delle coperture devono, quando tecnicamente possibile, essere convogliate in aree permeabili. Qualora ciò non fosse possibile potranno essere immesse nella pubblica fognatura o nel reticolo idraulico minore, prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena, valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria (1h);
- qualora sia previsto il convogliamento di fosse campestri nella fognatura pubblica, devono essere previsti manufatti per l'abbattimento del trasporto solido per preservare nel tempo la funzionalità delle condotte sotterranee;
- qualunque intervento che modifichi l'assetto originario del reticolo idrografico minore deve essere supportato da uno studio che dimostri la funzionalità del sistema drenante e le eventuali modifiche da apportare. L'indagine deve essere estesa all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali;

Anche i tombamenti, di ogni dimensione e lunghezza, in aree urbane o agricole, debbono essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera;

- per evitare l'infiltrazione di acque eventualmente esondate o di ristagno locale è vietata la realizzazione di locali interrati o seminterrati con aperture dirette sull'esterno (porte, finestre, rampe o scale) se non protette da soglie poste a quote di sicurezza;
- gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili alle condizioni precedentemente descritte.

Classe F4 - Fattibilità limitata

Nelle zone urbane l'attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza individuati e definiti in sede di redazione del Regolamento Urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Nel territorio aperto, la compatibilità dell'intervento con il contesto geomorfologico idraulico deve essere verificata attraverso specifiche indagini geognostiche e idrologico idrauliche o quanto altro necessario per precisare i termini del problema; i risultati di tali studi dovranno essere considerati all'interno di un esauriente progetto degli interventi di consolidamento e bonifica, di miglioramento dei terreni e di un programma di controlli per valutare l'esito degli interventi.

In ciò che segue analizziamo gli aspetti salienti della carta di fattibilità per ogni UTOE analizzata.

15.2 – ORENTANO

Il centro abitato di Orentano non presenta particolari problematiche dal punto di vista geologico. Nella zona dell'abitato posta sull'alto morfologico, a quote comprese tra 25 e 35 m.s.l.m., le pericolosità geologica ed idraulica sono basse e corrispondenti rispettivamente alle classi G1 ed I1. Anche gli aspetti sismici di questa porzione dell'abitato non rilevano particolari problematiche, e gran parte dell'abitato è stata inserita nella carta MOPS, all'interno della Zona 3 alla quale compete un livello di pericolosità sismica locale pari ala classe S2 (pericolosità media). La fattibilità attribuita in questa porzione dell'abitato di Orentano corrisponde alle classe F2.

Alla porzione dell'abitato che si sviluppa lungo il versante in direzione del fondovalle del Padule di Bientina, è stato attribuito un livello leggermente superiore di pericolosità geologica, pari alla classe G2 (pericolosità media). A questa porzione di territorio è stata attribuita principalmente la classe di fattibilità F2.

Ad alcune aree dell'abitato di Orentano, ricadenti all'interno degli isolati 1,2 e 12 è stata attribuita la classe di fattibilità F3.

Queste aree vengono descritte di seguito:

ISOLATO 1

La porzione più orientale dell'abitato di Orentano si spinge verso il fondovalle del Padule di Bientina. In particolare, nel progetto urbanistico, è prevista una zona a verde F1 immediatamente a sud della S.P. Di Orentano.

Una porzione rilevante di quest'area è inserita sia nella classe 4 di pericolosità idraulica, essendo fragile per episodi di esondazione con Tr< 30 anni (vedasi studio idrologico idraulico) che nelle classi G3 e G4 di pericolosità geologica, per le mediocri caratteristiche geotecniche dei terreni e per i fenomeni di erosione provocati dalle alluvioni.

Per quest'area non si potrà prevedere alcuna edificazione. La stessa potrà essere utilizzata esclusivamente come verde pubblico e per parcheggi a raso, garantendo comunque il non aumento della pericolosità nelle aree adiacenti. Con tali limitazioni, la fattibilità di questa area corrisponde alla classe F3.

La classe 3 di fattibilità è stata attribuita anche alla zona F2, verde privato e di interesse pubblico, compresa all'interno dell'isolato 1, nella zona di raccordo tra il fondovalle del Padule di Bientina e l'altopiano delle Cerbaie. In quest'area, il confronto tra le vecchie cartografie come la C.T.R. In scala 1:5.000 e l'attuale stato dei luoghi, evidenzia alcune modifiche morfologiche di origine antropica. In particolare, l'analisi della C.T.R. in scala 1:5.000 evidenzia la presenza di un piccolo impluvio, in seguito tombato secondo l'andamento indicato nella Tavola 07E1 (carta idrogeologica e del reticolo minore). Inoltre, il confronto tra l'andamento morfologico rilevabile dalla C.T.R in scala 1:5.000 e la più recente C.T.R. In scala 1:2.000 evidenzia la presenza di una estesa placca di terreni di riporto, che si estende presumibilmente secondo quanto indicato nella Tavola 07A1 (Carta geologica e geomorfologica).

Le indagini geognostiche e sismiche di supporto ad eventuali interventi edificatori in quest'area, dovranno essere mirate alla identificazione dell'estensione e degli spessori dei terreni di riporto, in modo da oltrepassare ovunque tali spessori con i piani fondazionali.

All'interno dell'isolato 1, è prevista un'altra zona F2, che si sviluppa tra le quote di 10 e 18 m.s.l.m., nella porzione più elevata dell'impluvio già descritto per la sottostante zona F2, al di sopra del tratto tombato. Gli interventi previsti in quest'area dovranno assicurare il corretto deflusso delle acque, verificando la capacità del tratto tombato in funzione dei nuovi apporti previsti. In funzione di ciò la classe di fattibilità per quest'area è corrispondente alla F3.

ISOLATO 2

La porzione più orientale dell'abitato di Orentano si spinge verso il fondovalle del Padule di Bientina. In particolare, nel progetto urbanistico, è prevista una zona a verde F1

immediatamente a valle del campo sportivo esistente, all'interno dell'isolato 2. Una porzione rilevante di quest'area è inserita sia nella classe 4 di pericolosità idraulica, essendo fragile per episodi di esondazione con Tr< 30 anni (vedasi studio idrologico idraulico) che nelle classi G3 e G4 di pericolosità geologica, per le mediocri caratteristiche geotecniche dei terreni e per i fenomeni di erosione provocati dalle alluvioni. In funzione di tali criticità, per le porzioni delle aree F1 individuate fragili per episodi di esondazione con Tr fino a 200 anni non si potrà prevedere alcuna edificazione. La stessa potrà essere utilizzata esclusivamente come verde pubblico e per parcheggi a raso, garantendo comunque il non aumento della pericolosità nelle aree adiacenti. Con tali limitazioni, la fattibilità di questa area corrisponde alla classe F3.

ISOLATO 12

all'interno dell'isolato 12 è presente un comparto, identificato con la sigla C1, in corso di attuazione. Nella zona est del comparto ha inizio il Rio dei Rossi, tributario di sinistra del Rio Ciani. Nelle carte di pericolosità idraulica e geologica abbiamo evidenziato il tracciato del Rio attribuendogli rispettivamente le classi di pericolosità I4 e G4. Tali perimetrazioni non costituiscono un reale impedimento per gli interventi edificatori, considerando anche la minima consistenza dell'impluvio nella zona di interesse. Di tale impluvio dovrà essere preservata la funzione di recapito e convogliamento delle acque superficiali avendo cura di porre in atto tutti gli accorgimenti per evitare fenomeni di erosione.

In funzione di ciò la fattibilità attribuita all'area corrisponde alla classe F3.

15.3 – VILLA CAMPANILE

Il centro abitato di Villa Campanile è ubicato all'interno dell'altopiano delle Cerbaie, in un ampia area subpianeggiante compresa tra le quote di 27 e 30 m.s.l.m.

Le pericolosità geologica ed idraulica sono basse e corrispondenti rispettivamente alle classi G1 ed I1. Anche gli aspetti sismici di questa porzione dell'abitato non rilevano particolari problematiche, e l'intero abitato è stato inserito nella carta MOPS, all'interno della Zona 3 alla quale compete un livello di pericolosità sismica locali pari ala classe S2 (pericolosità media). In funzione del generale buono assetto del sottosuolo dell'abitato, la fattibilità attribuita alle aree urbanistiche corrisponde alle classe F2.

15.4 – CHIMENTI

Il centro abitato di Chimenti è ubicato all'interno dell'altopiano delle Cerbaie, in un ampia area subpianeggiante compresa tra le quote di 27 e 33 m.s.l.m.

Le pericolosità geologica ed idraulica sono basse e corrispondenti rispettivamente alle classi G1 ed I1. Anche gli aspetti sismici di questa porzione dell'abitato non rilevano particolari problematiche, e l'intero abitato è stato inserito nella carta MOPS, all'interno della Zona 3 alla quale compete un livello di pericolosità sismica locali pari ala classe S2 (pericolosità media). In funzione del generale buono assetto del sottosuolo dell'abitato, la fattibilità attribuita alle aree urbanistiche corrisponde alle classe F2.

15.5 – GALLENO

Il centro abitato di Galleno è ubicato all'interno dell'altopiano delle Cerbaie, in un ampia area subpianeggiante compresa tra le quote di 36 e 41 m.s.l.m.

Le pericolosità geologica ed idraulica nella gran parte dell'abitato sono basse e corrispondenti rispettivamente alle classi G1/G2 ed I1/I2. Anche gli aspetti sismici di questa porzione dell'abitato non rilevano particolari problematiche, e l'intero abitato è stato inserito nella carta MOPS, all'interno della Zona 3 alla quale compete un livello di pericolosità sismica locali pari ala classe S2 (pericolosità media). In funzione del generale buono assetto del sottosuolo dell'abitato, la fattibilità attribuita alla gran parte delle aree urbanistiche corrisponde alle classe F2.

La classe F3 è stata attribuita alla fascia di terreno prospiciente il Botro del Ghiandone ed un suo tributario di sinistra, a partire dalla zona di valle della strada provinciale di Nievole. All'interno di queste fasce, che comprendono zone B2 “Residenziale di completamento” e zone F3 “Verde privato” è prescritta l'inedificabilità.

15.6 – STAFFOLI

La porzione del centro abitato di Staffoli che ricade nel territorio comunale di Castelfranco, si sviluppa al margine di un ampia scarpata che raccorda il fondovalle del Rio del Bottaccio all'altopiano delle Cerbaie. Le tipologie delle zone urbanistiche individuate in questa fascia di territorio corrispondono alle B2 “Residenziale di completamento” ed alle F2 “Verde privato”.

La pericolosità geologica attribuita alle porzioni subpianeggianti corrisponde alla classe G2 “pericolosità media”, mentre alla fascia di terreno maggiormente acclive è stata attribuita la classe G3 “pericolosità elevata”.

Relativamente agli aspetti sismici, non rilevano particolari problematiche, e questa porzione dell'abitato di Staffoli è stato inserito nella carta MOPS, all'interno della Zona 3 alla quale compete un livello di pericolosità sismica locali pari ala classe S2 (pericolosità media).

Urbanisticamente, in questa porzione di territorio, sono state identificate sia zone B2 “Residenziale di completamento” che zone F3 “Verde privato”. Ad entrambe queste tipologie è stata attribuita la classe di fattibilità F3.

Considerata la presenza della scarpata al margine sud di tutte le aree urbanistiche, si prescrive che a supporto di tutti gli interventi edificatori dovrà essere eseguita una campagna geognostica che accerti puntualmente lo spessore della coltre superficiale, in modo da incastrare le fondazioni all'interno del substrato consistente. Per gli interventi ricadenti nella classe di pericolosità G3, si prescrive inoltre l'esecuzione di verifiche di stabilità estese all'intera scarpata, limitatamente al tratto interessato dall'intervento.

15.7 – CASTELFRANCO

Il centro abitato di Castelfranco si sviluppa nel fondovalle nel Fiume Arno, a quote comprese tra 15 e 20 m.s.l.m.

Nella porzione ad Est del centro abitato, si estende in direzione circa nord-sud la zona industriale, lungo una fascia di territorio con larghezza media di circa 500m.

CENTRO ABITATO

Relativamente al centro abitato, non si riscontrano particolari problematiche legate agli aspetti geologici, per cui è stata attribuita la classe G2 (pericolosità media) di pericolosità geologica.

Relativamente agli aspetti idraulici, la classe di pericolosità i sensi del D.P.G.R. 53/R è pari alla classe I3, suddivisa nelle classi P.I.2 e P.I.3 perimetrate dal PAI Bacino Arno (si veda la carta della pericolosità idraulica Tav. 07G2). I battenti attesi sono quelli definiti dal PAI, relativamente alle celle VI-013, VI-057, VI-059, VI-061 e VI-063.

Infine relativamente agli aspetti sismici, la classe di pericolosità corrisponde per la gran parte del centro abitato alla classe S2 (pericolosità sismica media); fanno eccezione due aree, identificate anche nella carta MOPS (Tavola 07-I2) per le quali la possibilità di accadimento di fenomeni di liquefazione ha dato esiti positivi, anche se solo per limitati spessori di sabbie (vedasi Allegato 6 e paragrafo 12.4 della presente relazione). A queste due aree è stata attribuita la classe S3, pericolosità sismica elevata.

Nel complesso, la fattibilità attribuita alle aree urbanistiche, è pari alla classe F3.

Per tutte le aree sussistono limitazioni legate alla pericolosità idraulica nel rispetto delle norme del D.P.G.R. 53/R (paragrafo 14.2 della presente relazione: Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici) e del PAI Bacino Arno (paragrafo 14.5 della presente relazione: Condizioni imposte dal PAI del Bacino del Fiume Arno).

Il superamento delle condizioni derivanti dal grado di pericolosità idraulica dovrà essere documentato secondo quanto indicato per la classe F3 (fattibilità condizionata).

Relativamente agli aspetti sismici, due aree ricadenti nel centro abitato di Castelfranco, hanno mostrato una possibile suscettibilità alla liquefazione, con fattori di sicurezza che sfiorano 0,5. Per tale motivo alle due aree è stata attribuita la classe di pericolosità sismica S3. Si precisa comunque che i risultati delle verifiche alla liquefazione, riportati in Allegato 6, hanno significato orientativo e non assoluto derivando da dati geognostici a disposizione. Le indagini geologiche a supporto degli interventi previsti in queste aree dovranno prevedere la caratterizzazione granulometrica dei terreni,estesa all'intera zona edificabile, per acquisire tutti i dati utili alla ricostruzione della geometria dei litotipi con differente composizione ed all'esecuzione di verifiche alla liquefazione.

ZONA INDUSTRIALE

La zona industriale di Castelfranco comprende gli isolati identificati nelle tavole urbanistiche tra il num 50 ed il num 63. Gli isolati 61,62 e 63 non ancora attuati, sono ubicati nella porzione nord del fondovalle dell'Arno.

Relativamente agli aspetti geologici e geomorfologici, non si riscontrano particolari problematiche, per cui all'intera zona industriale è stata attribuita la classe G2 (pericolosità media) di pericolosità geologica.

Anche relativamente agli aspetti sismici, i dati a disposizione e le indagini eseguite a supporto della presente variante non hanno evidenziato particolari criticità legate a possibili fenomeni di amplificazione locale. Relativamente alla possibilità di accadimento di fenomeni di liquefazione, l'analisi dell'assetto del sottosuolo, eseguita a supporto della redazione della carta MOPS, ha condotto all'individuazione di due zone omogenee, identificate con le sigle : zona 4 e zona 5.

La colonna stratigrafica tipo della zona 4, è stata estesa sino a -89m dal p.c. ed è stata ricostruita a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 192155 e da prove penetrometriche. La successione stratigrafica è rappresentata principalmente da terreni coesivi e non si hanno elementi per presupporre la presenza di lenti sabbiose superficiali. Di fatto i primi 30m di terreno appaiono generalmente argilloso-limosi con rara presenza di sottili intercalazioni limo-sabbiose o torbose.

La colonna stratigrafica tipo della zona 5 si spinge sino a circa 286m dal p.c. ed è stata realizzata a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 154305. E' da considerarsi rappresentativa del territorio alluvionale prossimo all'Arno ed alla base dei rilievi collinari delle Cerbaie, in cui, sebbene vi siano depositi coesivi in affioramento, è probabile la presenza di lenti sabbiose nei primi 15m di terreni.

Relativamente alla zona 4, vi sono elementi che portano ad escludere la possibilità di fenomeni di liquefazione (si veda il paragrafo 12.3 della presente relazione-zona 4). Per la zona 5, considerando la possibilità di rinvenire livelli sabbiosi nei primi 15 m di terreno dal p.c., è stata eseguita l'analisi di suscettibilità a liquefazione sfruttando i dati a disposizione. I risultati, riportati in Allegato 6, hanno mostrato per entrambe le metodologie l'assenza di suscettibilità alla liquefazione con fattori di sicurezza superiori a 1,5. Si precisa che i risultati delle verifiche alla liquefazione, riportati in Allegato 6, hanno significato orientativo e non assoluto derivando da dati geognostici a disposizione

Sulla base delle conoscenze attuali, all'intera zona industriale è stata attribuita la classe di pericolosità sismica S2 (pericolosità media).

Relativamente agli aspetti idraulici, la classe di pericolosità i sensi del D.P.G.R. 53/R è pari alla classe I3 per la gran parte della zona industriale, ad esclusione di alcune piccole porzioni di territorio ricadenti nella classe I4, in quanto perimetrate all'interno del PAI Bacino Arno nella classe PI4 (pericolosità idraulica molto elevata).

La classe I3, è suddivisa nelle classi P.I.2 e P.I.3 perimetrate dal PAI Bacino Arno (si veda la carta della pericolosità idraulica Tav. 07 G2). I battenti attesi sono quelli definiti dal PAI, relativamente alle celle VI-057 e VI-059.

Relativamente alle aree che sono già state oggetto di interventi (comparti dal 50 al 60), la fattibilità attribuita è pari alla classe F3.

Anche alle porzioni dei comparti 61, 62 e 63, esterne alla classe I4 di pericolosità idraulica è stata attribuita la classe di fattibilità 3.

I lotti dei suddetti comparti, che ricadono anche parzialmente all'interno della classe I4 di pericolosità idraulica, e sono perciò soggetti alle disposizioni della L.R. 21/05/2012 n.21, sono stati evidenziati nelle cartografie con l'apposizione di un retino celeste che significa che allo stato attuale è vietato qualunque nuovo intervento.

Tuttavia, nel corso della presente variante, l'Ing. Nicola Croce ha provveduto ad eseguire alcune simulazioni bidimensionali di piene con tempi di ritorno pari a Tr30 utilizzando il software FLO-2D ed ipotizzando sia gli sfiori del modello S.I.M.I. che gli sfiori desunti da un ulteriore modello riferito ad una morfologia di maggior dettaglio. In entrambi i casi le esondazioni per tempi di ricorrenza pari a Tr30 anni hanno sviluppo diverso da quello indicato nel PAI e non arrivano a lambire i comparti 61,62 e 63.

Sulla scorta degli esiti di tali studi è stato deciso di mantenere in essere le previsioni urbanistiche già individuate per questi comparti nel precedente Strumento Urbanistico, apponendo agli stessi un vincolo di inedificabilità temporaneo in attesa di addivenire alla deperimetrazione di tali aree sulla base di una riconosciuta minore pericolosità.

In ogni caso poiché la messa in sicurezza di tali comparti deve garantire il non aggravio delle condizioni di pericolosità delle aree al contorno, l'ing. Nicola Croce ha fin da ora localizzato nei pressi degli stessi un'area di grande estensione da utilizzare per neutralizzare gli effetti indotti dalle nuove trasformazioni.

A tale scopo la destinazione urbanistica di una gran parte del comparto 63 prevista nel precedente Regolamento Urbanistico come parco tecnologico, è stata modificata e ricondotta a Parco/Area di compensazione idraulica.

Gli studi idraulici allegati alla presente variante confermano la possibilità di compensare i volumi sottratti all'esondazione dagli interventi in progetto nell'area del comparto 63 destinata a cassa di esondazione (All. 07 O6).

In sintesi, la fattibilità delle previsioni urbanistiche individuate nei comparti 61 e 62 è subordinata alla riduzione del grado di pericolosità sancita dalla modifica del quadro conoscitivo del PAI Bacino Arno.

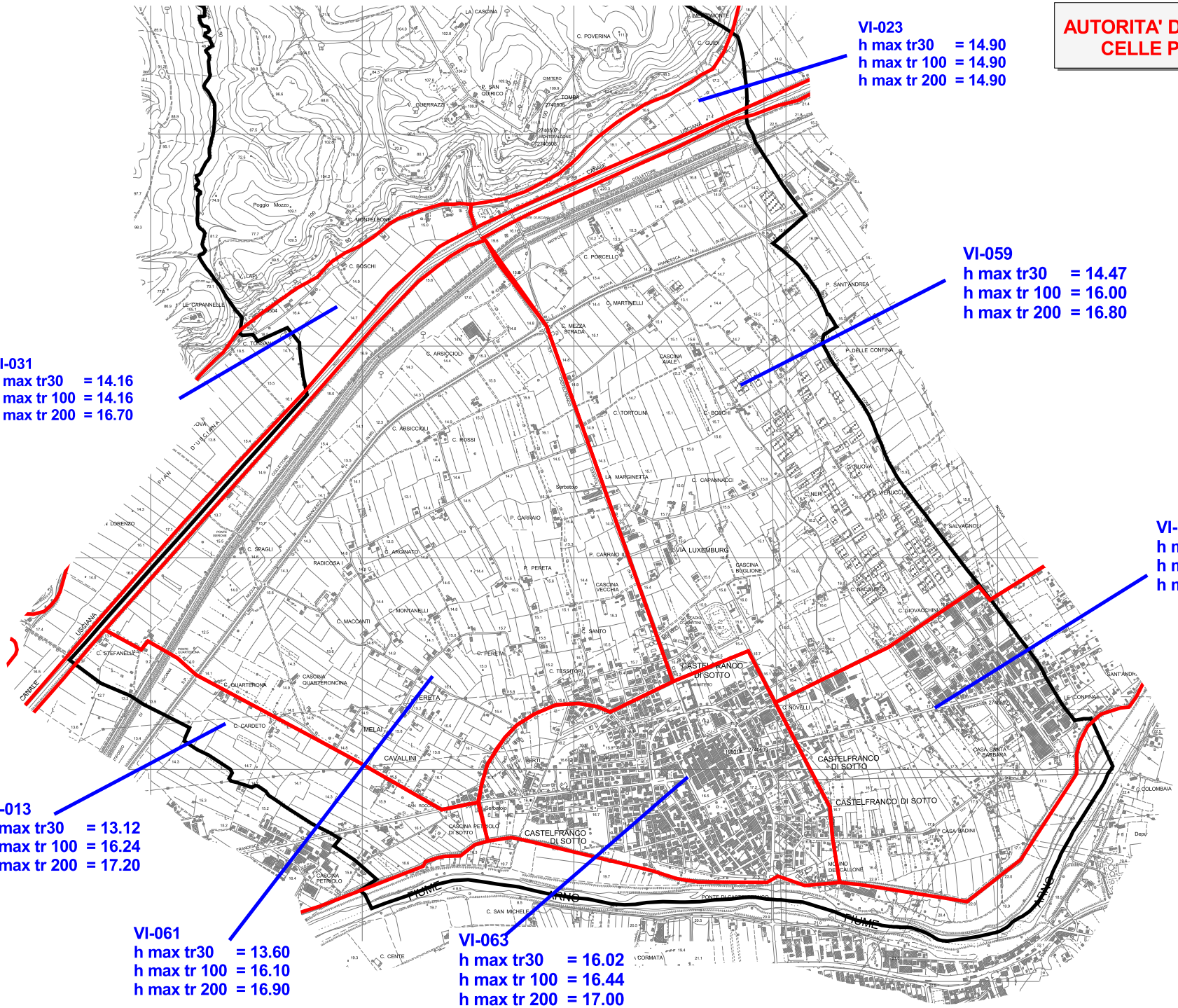
Successivamente alla deperimetrazione, gli interventi pianificati potranno essere attuati nel rispetto del D.P.G.R. 53/R.

Geol. Francesca Franchi

Geol. Emilio Pistilli

Pontedera, aprile 2014

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO
CELLE P.A.I. E BATTENTI IDRICI



Classi di Fattibilità relative agli interventi previsti nei Sub-sistemi agricoli

Trasformazioni ed attività	Classi di Pericolosità idraulica				Classi di Pericolosità Geologica			
	I1	I2	I3	I4	G1	G2	G3	G4
Nuove abitazioni rurali	1	2	3	N.F.	1	2	4	N.F.
Nuovi annessi rurali, box per cavalli, capannoni, stalle e magazzini (superficie inferiore o pari a 25 mq)	1	2	2	N.F.	1	2	4	N.F.
Nuovi annessi rurali, box per cavalli, capannoni, stalle e magazzini (superficie superiore a 25 mq)	1	2	3	N.F.	1	2	4	N.F.
Manufatti precari superficie inferiore o pari a 10 mq	1	2	2	4	1	2	3	4
Manufatti precari superficie superiore a 10 mq	1	2	3	4	1	2	3	4
Serre fisse	1	2	3	4	1	2	2	4
Serre temporanee e stagionali	1	2	2	4	1	2	2	4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Manutenzione Straordinaria - Ma.S)	1	2	3	3	1	2	3	3
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Restauro e Risanamento Conservativo Re.A. - Ri.C.)	1	2	3	3	1	2	2	2
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Demolizione con ricostruzione - Rs.E.)	1	2	3	N.F.	1	2	4	N.F.
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Addizione funzionale - Rs.E.)	1	2	3	3	1	2	3	4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Addizione Volumetrica - Ad.V.)	1	2	3	3	1	2	3	4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Sostituzione Edilizia - So.E.)	1	2	3	4	1	2	4	N.F.
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Ristrutturazione Urbanistica - Rs.U.)	1	2	3	4	1	2	4	N.F.
Volumi interrati e seminterrati	1	2	3	N.F.	1	2	4	N.F.
Nuove strutture pertinenziali (garage, volumi tecnici)	1	2	3	3	1	2	3	N.F.
Nuove strutture pertinenziali (porticati, box da giardino, pergolati, gazebi, voliere)	1	2	2	3	1	2	3	4
Viabilità (nuova realizzazione)	1	2	3	3	1	2	4	4
Viabilità (Manutenzione straordinaria)	1	2	3	3	1	2	3	4
Percorsi pedonali, ciclabili e ippovie	1	1	2	2	1	1	2	2
Impianti tecnici e reti tecnologiche (acquedotti, fognature, sistemi per il trasporto dell'energia e delle telecomunicazioni, gasdotti e simili)	1	2	2	3	1	2	3	3
Impianti tecnici di modesta entità (cabine elettriche, cabine di decompressione per il gas, per gli acquedotti e simili)	1	2	3	3	1	2	3	3
Piscine	1	2	2	3	1	2	4	N.F.
Laghetti per l'accumulo di acqua	1	2	2	3	1	2	4	N.F.
Scarichi di acque reflue nel terreno, lagoni di accumulo liquami	1	2	3	4	1	2	4	N.F.
Movimenti terra e modifiche dell'assetto originario dei luoghi (riporti, sbancamenti, rilevati e simili)	1	2	3	4	1	2	4	4
Impianti sportivi	1	2	3	4	1	2	4	N.F.
Interventi di difesa del suolo o di regimazione idraulica	1	1	2	2	1	1	2	2
	Classi di Fattibilità relative alla Pericolosità Idraulica				Classi di Fattibilità relative alla Pericolosità Geologica			

N.F. *Non Fattibile*

Le Classi di Pericolosità sono definite nel rispetto del D.P.G.R. 53/r del 25 Ottobre 2011

Il grado di fattibilità di un intervento viene stabilito nel modo seguente:

- si individua nelle carte di pericolosità (geologica e idraulica) la classe di appartenenza dell'intervento;
- si definisce la tipologia dell'intervento;
- dall'incrocio delle informazioni suddette si individua nella tabella della fattibilità la classe corrispondente all'intervento distintamente per i due diversi aspetti della pericolosità: geologica e idraulica;
- la fattibilità dell'intervento è quella prevalente tra i giudizi corrispondenti ai vari aspetti della pericolosità.